OPERE

DI

ERNESTO HAECKEL

Professore all'Università di Jena

I.

STORIA

DELLA

CREAZIONE NATURALE

CONFERENZE SCIENTIFICO-POPOLARI

SULLA

TEORIA DELL'EVOLUZIONE IN GENERALE

E SPECIALMENTE SU QUELLA

DI DARWIN, GOETHE E LAMARCK

Traduzione sull'ottava edizione tedesca col consenso dell'Autore

DEL DOTTORE

DANIELE ROSA

aggregato alla Facoltà di Scienze della Regia Università di Torino

con Prefazione del Prof. MICHELE LESSONA

Illustrata con 20 Tavole, numerose Incisioni intercalate nel testo
Alberi genealogici e Tabelle.



TORINO

UNIONE TIPOGRAFICO-EDITRICE

33 — Via Carlo Alberto — 33

NAPOLI - ROMA - MILANO

1892


REALE ACCADEMIA DELLE SCIENZE DI TORINO
127.414

Alla Reale

Accademia delle Scienze di Torino

Omaggio
dal Suo Socio Straniero
Ernst Haeckel.

OPERE

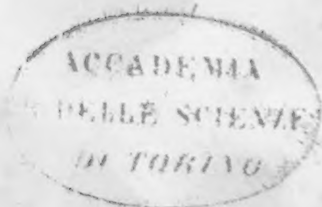
DI

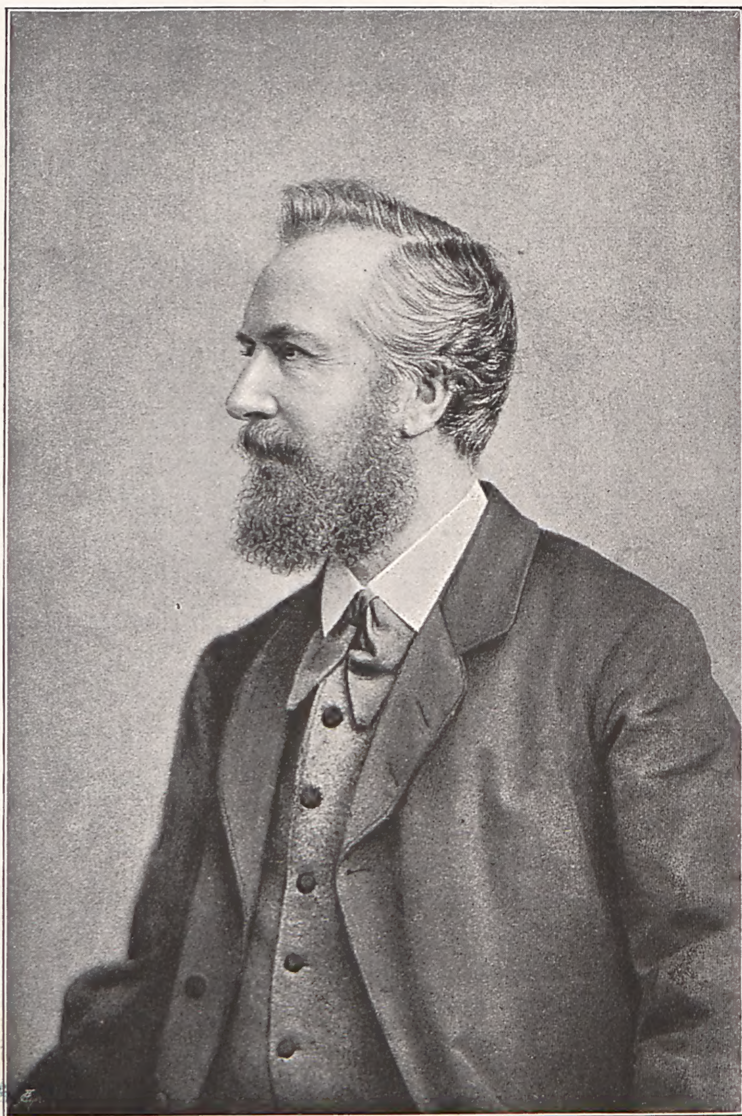
ERNESTO HAECKEL

Professore all'Università di Jena.

I.

STORIA DELLA CREAZIONE NATURALE





Ernesto Haeckel.

OPERE

DI

ERNESTO HAECKEL

Professore all'Università di Jena.

I.

STORIA

DELLA

CREAZIONE NATURALE

CONFERENZE SCIENTIFICO-POPOLARI

SULLA

TEORIA DELL'EVOLUZIONE IN GENERALE

E SPECIALMENTE SU QUELLA

DI DARWIN, GOETHE E LAMARCK

Traduzione sull'ottava edizione tedesca col consenso dell'Autore

DEL DOTTORE

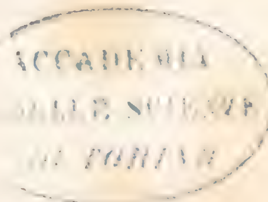
DANIELE ROSA

aggregato alla Facoltà di Scienze della Regia Università di Torino

con Prefazione del Prof. MICHELE LESSONA

Illustrata con 20 Tavole, numerose Incisioni intercalate nel testo
Alberi genealogici e Tabelle.





TORINO

UNIONE TIPOGRAFICO-EDITRICE

33 — VIA CARLO ALBERTO — 33

1892

INDICE DELLE CONFERENZE

PARTE PRIMA

TEORIA GENERALE DELL' EVOLUZIONE

(FILOGENESI ED ANTROPOGENESI)

Conferenze I-XV.

PRIMA CONFERENZA

Natura ed importanza della teoria dell'evoluzione.

SECONDA CONFERENZA

Giustificazione scientifica della teoria della discendenza. Storia della creazione secondo Linneo.

SETTIMA CONFERENZA

La teoria della selezione (Darwinismo).

OTTAVA CONFERENZA

Eredità e riproduzione.

NONA CONFERENZA

Leggi e teorie dell'eredità.

DECIMA CONFERENZA

Adattamento e nutrizione. Leggi dell'adattamento.

VENTINOVESIMA CONFERENZA

Obbiezioni contro la teoria della discendenza.

TRENTESIMA CONFERENZA

Prove in favore della teoria della discendenza.



ERNESTO HAECKEL

Il mondo non ebbe un secondo Aristotile perchè non ebbe un secondo Alessandro. Così, presso a poco, disse Giorgio Cuvier.

I professori di storia naturale, nelle loro prolusioni, sono venuti facendo sopra questo asserto, come i pianisti sopra un motivo del *Guglielmo Tell*, delle grandi variazioni.

Alessandro largì ad Aristotile, a poco a poco, per spese di escursione, novecento talenti, che corrispondono a più di tre milioni del nostro danaro.

Alessandro tenne agli ordini di Aristotile parecchie migliaia di uomini giorno e notte in pesca e in caccia.

Alessandro dall'Asia spediva ad Aristotile gli animali delle contrade che andava conquistando.

I professori di storia naturale giravano la cambiale al principotto nei cui felici dominî avevano la ventura d'insegnare, e, se ottenevano una gratificazione di cento lire, nella prolusione dell'anno seguente il principe generoso era poco lontano dal diventare un nuovo Alessandro.

L'adulazione ai principi, nella quale si segnalarono in quel modo che tutti sanno i poeti, la facevano poi non meno largamente e con non meno scarso frutto anche gli scienziati.

È nota la storiella del professore di chimica che, sperimentando davanti a un principe del sangue, disse:

— Ora questi due corpi avranno l'onore di combinarsi in presenza di Vostra Altezza Reale.

Può darsi che il volgo di quei professori che inneggiavano ad Aristotile senza averlo mai letto fosse in buona fede. Ma qualcuno ve n'era pure che l'aveva letto e per questi la cosa doveva andare altrimenti.

I materiali del suo monumento immortale di zoologia e di anatomia Aristotile li trasse dagli animali della terra e del mare della Grecia, i quali aveva a mano e non c'era bisogno di milioni. C'era bisogno di una mente incomparabile come la sua, di

una incomparabile potenza e costanza di osservazione e di comparazione, e di una incomparabile attitudine a discernere il valore dei caratteri, cose che non si comprano e non si vendono.

Quando Aristotile parla di animali esotici ne parla secondo Ctesia e le conquiste di Alessandro ci hanno poco che fare.

Oggi i principotti non ci sono più e i professori hanno mutato metro. Invece di adulare biasimano, gridano. Gridano contro il Governo che non fa fare abbastanza laboratori, edifizi, musei, viaggi e via dicendo, e tiene in piedi le Università piccole.

Contro le Università piccole si scagliano violentemente quelli che senza di esse non sarebbero entrati nelle grandi. C'è una Università piccola nella quale entrava, trent'anni or sono, un giovane professore che ci rimase sempre, sebbene poi le Università grandi gli spalancassero le porte. Quel giovane professore trovava un museo composto di qualche mezza dozzina di quadrupedi impagliati e lo ha fatto ricco di collezioni preziosissime come lo ha fatto ricco di pubblicazioni, memorie, volumi, iconografie e altro somigliante.

Il metodo che tiene il professore per arricchire quel museo è semplicissimo: gli dà tutto quello che raccoglie e che riceve.

I naturalisti vanno a visitare quella piccola Università da ogni parte d'Europa e del mondo e i giovani laureati vi si vanno ad ammaestrare.

Quella piccola Università è la Università di Jena e il professore è Ernesto Haeckel.

I primi amori di Ernesto Haeckel, quando appena egli era uscito dalla fanciullezza, furono per la botanica, e nacquero dalla lettura del volume dello Schleiden sulla pianta, quel volume di cui si stamparono in Germania milioni di esemplari, e che oggi ancora si ristampa e si legge dai giovani e si rilegge dai vecchi.

Ernesto Haeckel incominciò a farsi un erbario e in breve se ne fece due, uno delle specie buone, e l'altro di quelle che allora si chiamavano cattive.

Finiti gli studi secondari, in età di diciotto anni (era nato a Potsdam nel 1834) si era deliberato ad andare a studiare botanica a Jena, dove appunto insegnava lo Schleiden. Ma fu preso da una malattia reumatica che gli venne in seguito a una escursione faticosa e durò abbastanza a lungo perchè, invece di andare a Jena, egli dovesse andare a casa.

Il padre allora volle dimostrare con lunghi discorsi che se la botanica può facilmente procacciare all'uomo dei reumatismi, non può in pari modo procacciargli una posizione sociale, cosa a cui il giovane non bada mentre pur dovrebbe molto badarci, e perciò tocca al padre a badare in sua vece, ecc. ecc. Insomma, gli disse tutte quelle cose che i padri dicono a quei figli che mostrano delle velleità per lo studio della storia naturale e tutti quei discorsi terminavano col consiglio di lasciare la botanica e appigliarsi alla medicina.

Sempre i padri consigliano. Il padre dello Haeckel consigliava, tanto più che era consigliere di Stato.

Difficilmente, in questo, i figli resistono. Ernesto Haeckel s'iscrisse alla medicina consolandosi nel pensiero che sarebbe entrato nella marina e avrebbe fatto delle

grandi navigazioni toccando il polso e dando del chinino ai marinai e raccogliendo piante in ogni spiaggia dove fosse per approdare.

Si laureò in medicina, ma senza toccar polsi potè in seguito compiere molte navigazioni ed esplorare terre lontane. Solcò il mare del Nord, il Mediterraneo, il mar Rosso, l'Atlantico, l'Oceano indiano, percorse la Norvegia, l'Algeria, visitò le Canarie e l'isola di Ceylan, ardente sempre della sacra fiamma.

Ma la botanica non stava più in capo ai suoi pensieri. Le lezioni a Berlino di Giovanni Müller, un Aristotile senza Alessandro, lo avevano volto alla zoologia, e la benevolenza di quel grande che lo condusse seco prima nell'isola di Helgoland e poi a Nizza, destarono in lui quella preferenza che ha avuto poi sempre, e sempre più viva, per lo studio degli animali, e sovra tutto degli animali inferiori del mare. Le sue prime armi le fece a Messina, la Gerusalemme dei naturalisti tedeschi, da Adalberto di Chamisso a Nicolaus Kleinenberg. Studiò i Radiolari e ne trasse i materiali per una pubblicazione con trentacinque tavole, che fu un trionfo. Lavorava dal mattino alla sera, rileggeva ancora il suo Schleiden, poi i quadri della natura dello Humboldt e il Goethe, del quale mai non si saziava. Leggeva anche Ariosto, Dante, Manzoni, Redi, Spallanzani, Galileo, parlando e scrivendo con mirabile scioltezza la nostra lingua.

Aveva venticinque anni, gli scendevano i capelli biondi fin presso alle spalle, era alto, svelto, di gentile aspetto, sonava dolcemente il pianoforte. Amava l'Italia d'un amore che si mantenne sempre per modo che, dopo la sua terra nativa, la nostra è quella che egli ha più cara.

Un nuovo nome venne allora in campo, un nuovo autore si venne a mettere in schiera con quei grandi che egli doveva poi meditare tutta la vita, un nuovo libro gli si venne a porre nelle mani, libro che egli non sapeva più lasciare.

Era l'*Origine delle specie*, di Carlo Darwin.

Sono passati poco più di trent'anni dal giorno in cui fu pubblicato quel libro, e la generazione attuale non può credere quanto sia stata grande l'onda di vituperio che il volgo di tutto il mondo incivilito gli scagliò contro.

Pochi ingegni eletti lo compresero subito, e uno di questi fu Ernesto Haeckel. E d'allora in poi si svolsero in lui due uomini, due naturalisti, entrambi grandi, uno nella parte sistematica, l'altro nella parte filosofica della scienza.

I suoi lavori sui radiolari, sulle spugne, sui sifonofori, sulle meduse sono giganteschi.

La *Morfologia generale*, la *Antropogenia*, la *Storia della creazione naturale* sono monumenti di filosofia scientifica.

In questa ultima opera è esposta in modo popolare, cioè chiaro e attraente, l'origine degli esseri viventi vegetali e animali, l'uomo compreso, secondo la teoria dell'evoluzione naturale, che è oramai ammessa universalmente dai dotti. Non si tratta qui di una delle solite opere di volgarizzazione, poichè, riguardo ai lavori compiutisi per la fondazione di questa teoria, l'Haeckel può a buon diritto pronunziare il *pars magna fui*, ma bensì di un'opera condotta con grande larghezza e originalità di vedute, atta a dare una idea completa di questa nuova dottrina che l'Haeckel considera con ragione la più grande conquista morale di questo secolo.

Della *Storia della creazione naturale* si è fatta ora in Germania la ottava edizione, e se ne son fatte nel mondo quattordici traduzioni.

In italiano non era ancora stata tradotta.

La Unione Tipografico-Editrice Torinese, benemerita dell'Italia per tanti rispetti, e per questo importantissimo dell'aver fatto conoscere fra noi i capolavori più eminenti dei sommi scienziati stranieri, vuole che questa grande opera dello Haeckel sia pure tradotta nella nostra lingua.

Ha incaricato della traduzione il dottore Daniele Rosa.

La scelta di un traduttore è tutt'altro che indifferente. Vi sono varie sorta di traduttori.

Traduttori che conoscono la lingua da cui traducono, ma non quella in cui traducono.

Traduttori che conoscono la lingua in cui traducono, ma non quella da cui traducono.

Traduttori che non conoscono nè la lingua da cui traducono, nè quella in cui traducono.

Traduttori che conoscono le lingue da cui traducono e in cui traducono, ma non conoscono la materia di cui tratta l'opera che s'impegnano a tradurre, ecc. ecc.

Ma vi sono anche traduttori che conoscono la materia e le lingue e traducono coscienziosamente.

Di questi ultimi è il dottore Daniele Rosa. Egli è degno di tradurre l'opera di Ernesto Haeckel e l'autore sarà contento della traduzione.

Michele Lessona.



PREFAZIONE ALLA PRIMA EDIZIONE

Le seguenti conferenze pubbliche sulla *Storia della creazione naturale* sono state tenute da me nel semestre invernale 1867-68 davanti ad un pubblico composto di profani e di studenti di tutte le facoltà e furono stenografate da due dei miei uditori. A parte le modificazioni avvenute nel redigere dal manoscritto stenografico, ho tolto qua e là degli accenni che erano di speciale interesse pel mio ristretto circolo di uditori e, per contro, ho in altri siti aggiunte delle spiegazioni che mi parvero richieste dal più ampio cerchio dei lettori. Le abbreviazioni riguardano specialmente la prima parte, e le aggiunte la seconda parte di queste conferenze.

La « storia della creazione naturale » o, per esprimermi più esattamente, « la dottrina naturale della evoluzione » di cui queste conferenze hanno per iscopo l'avanzamento e la ulteriore diffusione, è entrata dall'anno 1859 in un nuovo stadio di sviluppo e ciò per i grandi lavori di Carlo Darwin. Ciò che i primi fautori di essa avevano solo accennato confusamente od avevano enunciato senza risultato, ciò che presentiva già Wolfgango Goethe precedendo i tempi col genio profetico del poeta, ciò che già nel 1809 Giovanni Lamarck, incompreso dai suoi prevenuti coetanei, aveva foggiato a chiara teoria scientifica, ciò colla memorabile opera di Carlo Darwin è divenuto inalienabile eredità della scienza umana e ci ha dato il fondamento primo su cui in futuro ogni vera scienza dovrà costruire. *Evoluzione*, tale è d'ora in avanti la parola magica per mezzo della quale noi sciogliamo tutti gli enigmi che ci circondano o per lo meno siamo sulla via della loro soluzione. Ma quanto pochi hanno compresa questa parola e quanto pochi si son fatti una chiara idea della sua importanza! Avvolti nelle mitiche tradizioni secolari ed accecati dal falso splendore di potenti autorità, anche uomini segnalati nella scienza hanno visto nel trionfo della teoria dell'evoluzione non già il massimo progresso ma bensì un pericoloso regresso delle scienze naturali, e sopratutto la parte biologica di essa, la teoria della discendenza, l'hanno meno giustamente giudicata che i profani istruiti col loro sano buon senso.

Fu sopratutto questa osservazione che mi determinò a pubblicare queste conferenze scientifiche popolari. Spero con ciò di procurare alla teoria della discendenza,

che io considero come la più grande conquista dello spirito umano, molti aderenti anche in quelle sfere della società che sebbene non particolarmente occupantesi del materiale scientifico delle scienze naturali e specialmente della biologia, tuttavia per l'interesse che prendono al complesso della natura, e pel loro naturale buon senso hanno diritto e capacità a comprendere la teoria dell'evoluzione e ad utilizzarla come chiave per comprendere i fenomeni. La forma di conferenze pubbliche in cui sono trattati qui i fondamenti della storia generale dell'evoluzione ha varii inconvenienti. Ma ai miei occhi ha i suoi vantaggi, sopratutto il libero ed immediato rapporto fra il conferenziere e l'uditore, superano gli svantaggi.

Il vivace combattimento che s'è impegnato nell'ultimo decennio intorno alla teoria dell'evoluzione deve, tosto o tardi, terminare necessariamente coll'universale accettazione di essa. Questa brillante vittoria della ragione osservatrice sul cieco pregiudizio, il più alto trionfo che lo spirito umano potesse conseguire, contribuirà certamente più d'ogni altro non solo alla libertà dello spirito, ma ancora al perfezionamento morale dell'umanità. Per vero, non solo quegli uomini piccini che appartenendo ad una casta privilegiata aborrono da ogni estensione della coltura generale, ma anche uomini ben pensanti e di nobili sensi hanno espresso il timore che la diffusione generale della teoria dell'evoluzione dovesse avere le più temibili conseguenze morali e sociali. Solo la ferma convinzione che quest'apprensione è affatto infondata, e che al contrario ogni grande progresso nella vera conoscenza della natura debba avere anche per conseguenza immediata o mediata un corrispondente perfezionamento della moralità umana mi potè incoraggiare a rendere in questa forma accessibili a più vasta cerchia di persone i principii più importanti della teoria dell'evoluzione.

Il lettore avido di sapere, che desiderasse istruirsi più esattamente sulle cose trattate in queste conferenze, troverà nel testo segnati con cifre gli scritti che sono enumerati insieme in fine del volume. Fra quei contributi alla edificazione della teoria dell'evoluzione, i quali sono miei proprii, indico sopratutto la mia *Morfologia generale degli organismi* (1° vol. *Anatomia generale o scienza delle forme sviluppate*, 2° vol. *Storia generale dell'evoluzione o scienze delle forme sviluppantisi*) pubblicata nel 1866. Questo vale sopratutto per la dottrina dell'individualità o teoria delle forme fondamentali, fondata e sviluppata nel primo volume e sulla quale in queste conferenze non potei addentrarmi, e per la mia spiegazione meccanica del rapporto primitivo fra la storia della evoluzione individuale e quella della evoluzione paleontologica che è contenuta nel secondo volume. Il lettore che si interessasse specialmente pel sistema naturale degli animali, piante e protisti, come pure per gli alberi genealogici fondati su esso, troverà a tal riguardo più ampie informazioni nell'introduzione sistematica al secondo volume della *Morfologia generale.*

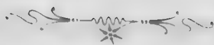
Per quanto queste conferenze siano incomplete e deficienti, io spero però che esse possano servire a spargere in più vasta cerchia la luce vittoriosa della teoria dell'evoluzione.

Possano per esse molti pensatori veder tramutarsi in chiara certezza il confuso presentimento che collo stabilimento definitivo della teoria dell'evoluzione, sopratutto

colla scoperta dell'origine umana, il nostro secolo forma il punto più importante e glorioso dell'intera storia dello sviluppo dell'umanità. Possano per esse molti filantropi esser tratti a riconoscere quanto sia fecondo e vittorioso questo massimo progresso della scienza che influirà sull'ulteriore sviluppo progressivo del genere umano, e contribuire attivamente da parte loro alla sua espansione. Ma possano sopratutto per esse numerosi lettori essere attratti ad addentrarsi più profondamente nell'intimo santuario della natura e ad attingere sempre più all'inesauribile fonte della rivelazione naturale quell'alta soddisfazione della mente, che è data dal vero conoscimento della natura, quel purissimo godimento del cuore che nasce dal comprenderla più intimamente, e quell'elevazione morale della ragione che solo colla religione naturale e per nessuna altra via può essere raggiunta.

Jena, 18 Agosto 1868.

Ernesto Haeckel.



PREFAZIONE ALL'OTTAVA EDIZIONE

Il lasso di dieci anni che è scorso dall'apparire dell'ultima edizione della *Storia della creazione naturale* comprende una lunga serie d'importanti progressi in tutti i punti della storia naturale che vi sono trattati. Da una parte molti valenti lavoratori in tutte le parti della biologia si sono sforzati ad allargare le nostre conoscenze empiriche sulla natura organica ed a completare le nostre conoscenze generali su di essa; da un altro lato le più vaste sfere delle persone colte hanno preso a questa scienza un vivo interesse quale finora non s'era immagiuato. Sopratutto però in quest'ultimo decennio la dottrina generale dell'evoluzione ha trovato prove così convincenti, applicazioni così feconde e riconoscimento così generale che essa forma ora la base più importante e sicura di tutta la nostra scienza della natura vivente.

Nessuno più profondamente di me può sentire questo grandioso mutamento dei nostri concetti fondamentali sulla natura. Infatti, quando 23 anni fa fu pubblicata la mia *Morfologia generale*, e due anni dopo, come sunto popolare di una parte di essa fu pubblicata la prima edizione della *Storia della creazione naturale*, mi urtai quasi generalmente contro alla più ostinata resistenza. Nel decennio seguente, fu solo col più accanito combattimento, passo a passo, che il nuovo dominio della teoria dell'evoluzione, scoperto da Giovanni Lamarck e reso accessibile da Carlo Darwin, potè essere conquistato e che la « montagna dei pregiudizii » sotto alla quale esso giaceva seppellito potè essere rimossa. Nell'ultimo decennio il terreno conquistato fu lavorato da centinaia di braccia diligenti e valorose e già oggi noi cogliamo su esso ricchi frutti il cui valore non può essere troppo apprezzato.

La ricca bibliografia crescente ogni anno meravigliosamente, che riguarda la teoria della evoluzione ed i suoi singoli rami, rivela meglio di ogni altra cosa quel notevole mutamento delle idee generali. Vent'anni fa la maggior parte di essa consisteva ancora in scritti « contro Darwin »; oggidì tali scritti da parte di naturalisti ricchi di cognizioni e di retto senso non son più da temere. Ora, per contro, quasi l'intera bibliografia biologica fornisce testimonianze « per Darwin » in quanto che quasi tutti i lavori zoologici e botanici, anatomici ed ontogenetici hanno le loro radici

nei fondamenti filogenetici del nostro moderno trasformismo e da esso ricavano i loro più fecondi pensieri.

In tali circostanze non mi fu facile cómpito dopo l'esaurimento della settima edizione di questo libro quello di esaudire il desiderio di prepararne una nuova. Sfogliando nuovamente il libro dopo lungo intervallo mi parve che tanto il suo contenuto quanto la sua forma, che nel 1879 potevano ancora essere adatti ai tempi, fossero nel 1889 già invecchiati. La nostra età vive rapidamente ed il grandioso progresso della vita intellettuale moderna in questo decennio vale più d'un secolo del medio evo. Se io avessi voluto far entrare in questa edizione tutti i risultati importanti, acquistati nel frattempo dalla teoria dell'evoluzione e trattarli a fondo in modo corrispondente alla loro importanza, la mole del libro sarebbe cresciuta di più del doppio. Mi era anche impossibile di studiare a fondo e di prendere in considerazione i varii scritti sul darwinismo che frattanto erano apparsi e che si contano a centinaia e pel gentile invio dei quali in questa circostanza ringrazio di cuore i cortesi autori. Infatti, durante gli ultimi dodici anni io era in gran parte occupato dagli estesi lavori zoologici pel *Challenger-Report* (Radiolari, Meduse di mar profondo, Sifonofori, Spugne cornee abissicole, illustrati complessivamente da 230 tavole). Inoltre avvenne in questo tempo il mio viaggio a Ceylan di cui ho data la relazione nelle mie *Indische Reisebriefen* nel 1882.

Per queste ragioni io fui costretto dalle circostanze, da una parte a far entrare in questa nuova edizione i più importanti progressi della dottrina dell'evoluzione avuti nel frattempo, da un'altra parte a condensare e limitare la quantità della nuova materia in modo che la mole del libro non ne venisse oltre misura aumentata. Il numero delle conferenze (che originariamente era di venti, e nella settima edizione di ventiquattro) venne elevato a trenta. Interamente rimaneggiate (e, spero, essenzialmente migliorate) sono da un lato le conferenze VIII-XV che riguardano il darwinismo propriamente detto (eredità ed adattamento, selezione e divergenza); dall'altro le conferenze XVII-XXVI le quali estendono maggiormente il sistema filogenetico degli organismi primitivamente abbozzato da me nel 1866 (protisti ed istoni, alberi genealogici del regno vegetale e del regno animale). Poichè la mole di questa ottava edizione (malgrado che molte cose poco importanti siano state lasciate da parte) era con ciò abbastanza notevolmente cresciuta e doveva apparire più comodo a molti lettori che essa fosse divisa in due parti, questa nuova edizione porta due titoli parziali, la prima parte (*Teoria generale dell'evoluzione*) comprende le conferenze I-XV; la seconda (*Genealogia generale*) le conferenze XVI-XXX.

Volentieri io avrei esaudito un desiderio che mi fu ripetutamente espresso illustrando meglio questa nuova edizione con numerose e scelte figure. Però il volume ed il prezzo di questo libro sarebbero così cresciuti di soverchio. Inoltre noi possediamo ora così numerose opere popolari di storia naturale splendidamente illustrate che io posso rimandare a questi scritti (segnati in appendice). Come complemento particolarmente prezioso e come ulteriore svolgimento di questa *Storia della creazione naturale* raccomanderei sopratutto l'eccellente nuova edizione riccamente illustrata

del *Werden und Wergehen* di Carus Sterne (Berlino, 1886), notevolissima tanto per la forma come pel contenuto. Gran copia delle migliori illustrazioni si trova nella continuazione della celebre opera popolare del Brehm *Vita degli animali*, di cui ho detto qualche parola nella penultima conferenza.

Alcuni dei più importanti risultati ottenuti nella cerchia più ristretta dei miei lavori (*Teoria della gastrea*, ecc.) sono stati da me illustrati con sei tavole aggiunte a questa ottava edizione. Si è accresciuto anche il numero delle tabelle sistematiche e degli alberi genealogici i quali sono stati tutti accuratamente riveduti e in gran parte modificati. Sarebbe desiderabile che questi miglioramenti essenziali potessero entrare nelle traduzioni della *Storia della creazione naturale*. Il numero di queste ultime da otto è frattanto salito a dodici; esse apparvero nel seguente ordine cronologico: Polacca, Danese, Russa, Francese, Serba, Inglese, Olandese, Spagnuola, Svedese, Portoghese, Malese, Giapponese.

Possa questo sempre crescente interesse ai risultati della dottrina dell'evoluzione contribuire a spargere la sua luce su cerchie scientifiche sempre più larghe, e possa condurre a buon fine lo sviluppo del vero umanesimo inteso nel suo migliore significato.

Jena, 18 Agosto 1889.

Ernesto Haeckel.



LA NATURA

Natura! noi siamo da lei circondati ed avvinti, incapaci di uscirne ed incapaci di penetrare più profondamente in essa. Non pregati nè avvertiti essa ci rapisce nel vortice della sua danza e prosegue con noi finchè noi, stanchi, sfuggiamo dal suo braccio.

Essa crea sempre nuove forme; ciò che esiste non era ancora mai stato, ciò che fu non ritorna; tutto è nuovo e tuttavia gli è sempre l'antico.

Essa sembra aver tutto fondato sull'individualità e non cura gli individui. Essa costruisce sempre e distrugge sempre e la sua officina è impenetrabile.

Essa vive solo nei figli; e la madre dov'è? Essa è l'unica artefice: dalla materia più semplice giunge ai più grandi contrasti: senza apparenza di sforzo, giunge alla massima perfezione, alla più precisa esattezza, sempre rivestita di alcun che di morbido. Ognuna delle sue opere ha un essere suo proprio, in ognuno dei suoi fenomeni v'è il concetto più isolato, e tuttavia essa unifica tutto.

In lei è un eterno vivere, divenire e muoversi, e tuttavia essa non avanza. Essa si trasforma sempre e in lei non c'è un momento di posa. Il rimanere per lei non ha significato ed al ristarsi essa ha attaccata la sua maledizione. Essa è salda: il suo passo è misurato, le sue eccezioni sono rare, le sue leggi immutabili.

Essa permette che ogni ragazzo sottilizzi intorno a lei, che ogni stolto la giudichi, che migliaia di sciocchi passino su lei senza veder nulla, ed in tutti essa ha la sua gioia e trova presso tutti il suo conto.

Si ubbidisce alle sue leggi anche se si cerca di resistervi, si lavora con lei anche quando si vuole agire contro di lei. Tutto quanto essa dà lo converte in un benefizio, essa soltanto lo fa indispensabile. Essa indugia per essere richiesta; essa si affretta perchè non se ne diventi sazio.

Essa non ha lingua nè parola, ma crea lingue e cuori coi quali essa sente e parla. La sua corona è l'amore, solo per esso uno può avvicinarla. Essa scava voragini fra tutti gli esseri e tutto vuole intrecciare insieme. Essa ha isolato tutto per riunir tutto. .Con un paio di sorsi dal calice dell'amore essa ci compensa di tutta una vita di pene.

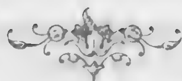
Essa è tutto; da se stessa si premia e si punisce, si rallegra e si tormenta. Essa è rude e dolce, amorevole e terribile, senza forza ed onnipotente. Tutto esiste sempre

in lei. Essa non conosce passato e futuro. Il presente è la sua eternità. Essa è buona. Io la encomio con tutte le sue opere. Essa è savia, è quieta. Non le si strappa alcuna spiegazione, non le si estorce alcun dono che essa non dia volontariamente. Essa è scaltra, ma pel buon fine, ed il meglio è di non notare la sua scaltrezza.

Essa è intera e pur sempre incompiuta. Come essa procede potrebbe procedere sempre. Ad ognuno essa appare in una forma propria. Essa si nasconde in mille nomi e termini ed è sempre la stessa.

Essa mi ha introdotto, essa mi ricondurrà anche fuori. Io mi affido a lei. Essa disponga pure di me, essa non odierà la sua opera. Io non ho parlato di lei; no, ciò che è vero e ciò che è falso tutto essa ha già pronunziato. Tutto è sua colpa e tutto è suo merito.

Goethe (1780).



PARTE PRIMA

TEORIA GENERALE DELL'EVOLUZIONE

(TRASFORMISMO E DARWINISMO)

(Conferenze I-XV)

PRIMA CONFERENZA

Natura ed importanza della teoria della discendenza.

Importanza generale e significato essenziale della teoria della discendenza riformata da Darwin. — Sua importanza speciale per la biologia (zoologia e botanica). — Sua importanza speciale per la storia dello sviluppo naturale del genere umano. — Concetto di creazione. — Scienza e fede. — Storia della creazione e storia dello sviluppo. — Dottrina della mancanza di cause finali o dottrina degli organi rudimentali. — Disposizioni inutili e superflue nell'organismo. — Contrapposizione dei due concetti diametralmente opposti, monistico (meccanico, causale) e dualistico (teleologico, vitale). Base offerta al primo della teoria della discendenza. — Unità della natura organica ed anorganica e uguaglianza delle cause che agiscono in entrambe. — Importanza decisiva della teoria della discendenza per il concetto unitario (monistico) della natura intera. — Filosofia monistica.

Signori!

Il movimento intellettuale cui diede l'impulso trent'anni sono il naturalista inglese Carlo Darwin colla sua celebre opera *Origine delle specie* (1), ha preso in questo breve lasso di tempo una estensione ed una profondità senza esempio. Per verità la teoria naturale presentata in quell'opera (ordinariamente chiamata in breve *teoria di Darwin* o *Darvinismo*) è solo parte d'una scienza ben più comprensiva, cioè della teoria universale dell'*Evoluzione*, la quale estende la sua smisurata importanza su tutto il territorio dello scibile umano. Ma il modo con cui il Darwin ha fondata solidamente quest'ultima teoria per mezzo della prima è così convincente, ed il rivolgimento decisivo che dalle conseguenze necessarie della sua teoria è stato prodotto nel nostro modo di concepire la natura, deve apparire così notevole ad ogni uomo che pensi profondamente, che non si può stimare troppo alto la sua importanza generale. Non c'è dubbio che questo straordinario allargamento del nostro orizzonte umano non debba essere considerato come di gran lunga il più importante e più fecondo fra i numerosi e grandiosi progressi scientifici del nostro tempo.

Quando noi chiamiamo a ragione il nostro secolo l'èra delle scienze naturali, quando consideriamo con fierezza i nostri progressi importantissimi in tutti i rami di esse, per solito non pensiamo tanto all'allargamento delle nostre cognizioni generali sulla natura quanto alle conseguenze pratiche immediate di quei progressi. Si pensa alla completa e infinitamente feconda rivoluzione che hanno subito le relazioni umane, in seguito al nuovo sviluppo della meccanica, alle ferrovie, piroscafi, telegrafi, telefoni ed altri trovati della fisica. Oppure si pensa alla potente influenza acquistata dalla chimica nella medicina, nell'agricoltura, in tutte le arti ed industrie. Per quanto però voi possiate apprezzare quest'influenza della moderna scienza naturale sulla vita pratica, tuttavia, giudicata da un punto di vista più generale, essa deve cedere il passo all'enorme influsso che i progressi teorici delle moderne scienze naturali esercitano necessariamente sull'intero scibile umano, sulla nostra coltura spirituale e sul nostro modo di comprendere la natura. Pensate solo allo smisurato rivolgimento di tutti i nostri concetti teorici che noi dobbiamo all'uso generale del microscopio. Pensate solo alla teoria cellulare, che ci mostra nell'apparente unità dell'organismo umano il complesso risultato dell'unione a stato di miliardi di unità vitali elementari, le cellule. Oppure, pensate all'enorme allargamento del nostro orizzonte teorico di cui siamo debitori all'analisi spettrale, alla teoria meccanica del calore e a quella della conservazione dell'energia. Ma fra tutti questi meravigliosi progressi teorici il primissimo posto è dovuto in ogni caso alla odierna teoria dell'evoluzione.

Ognuno di voi avrà udito il nome di Darwin. Ma i più avranno solo verosimilmente delle idee imperfette sul valore proprio della sua dottrina. Poichè quando si paragona tutto ciò che è stato scritto sul suo memorabile lavoro dal dì della sua comparsa in poi, si trova naturale che a chi non si è occupato da vicino delle scienze organiche, a chi non si è addentrato nei secreti della zoologia e della botanica, il valore di quella teoria debba parere molto dubbio. I giudizi che si sono dati su di essa sono pieni di contraddizioni e di malintesi. Perciò non ci deve far meraviglia che anche ora, trent'anni dopo la comparsa dell'opera di Darwin, essa non abbia preso ancora quella intera importanza che giustamente le spetta e che in ogni caso o presto o tardi deve ottenere. Nella maggior parte degli innumerevoli scritti che in questo frattempo furono pubblicati in favore del darwinismo o contro di esso si cerca invano il grado richiesto di coltura biologica e specialmente zoologica. Sebbene ora tutti i naturalisti di vaglia dell'età presente appartengano ai seguaci di quella teoria, tuttavia solo pochi fra essi hanno cercato di farla penetrare in una cerchia più vasta. Da ciò nascono le strane contraddizioni ed i singolari giudizi che ancora oggidì si possono ripetutamente sentire sul darwinismo. È appunto questa circostanza quella che mi ha sopratutto determinato a prendere come soggetto di queste conferenze popolari la teoria darwiniana e le più larghe dottrine che le sono connesse. Io credo che sia dovere dello scienziato non solo di dedicarsi a perfezionamenti e scoperte nello stretto cerchio della sua specialità, non solo di approfondirsi con cura ed amore nello studio di singoli punti, ma di fare anche universalmente utili i risultati importanti e generali dei suoi speciali studì, e di aiutare a spargere la coltura scientifica in più vaste sfere. Il più alto trionfo dello spirito umano, il vero riconoscimento delle leggi generali della natura non deve rimanere la proprietà privata di una casta privilegiata di dotti, ma deve diventare patrimonio comune di tutti gli uomini colti.

La teoria che dal Darwin è stata posta al culmine delle nostre conoscenze naturali viene chiamata abitualmente *teoria della discendenza*. Altri la chiamano *teoria della*

trasmutazione, od anche brevemente *trasformismo*. Entrambe queste denominazioni sono giuste. Poichè questa teoria afferma *che tutti i differenti organismi* (cioè tutte le specie di animali o di piante che hanno vissuto sulla terra o che ci vivono ancora) *discendono da una sola o da poche forme stipiti semplicissime, e che essi siansi sviluppati naturalmente da queste per via di graduate e lente modificazioni*. Sebbene questa teoria evolutiva sia stata già esposta e difesa al principio del nostro secolo da diversi grandi naturalisti, in ispecial modo da Lamarck (2) e Goethe (3), è tuttavia solo nel 1859 che essa ricevette dal Darwin il suo completo sviluppo e la sua base causale. Questa è la ragione per cui essa viene spesso designata esclusivamente (sebbene non affatto giustamente) sotto il nome di *teoria di Darwin*.

Il valore inapprezzabile della teoria della discendenza appare in diversa luce secondo che si prenda in considerazione solo la sua immediata significazione per la scienza degli organismi, oppure invece il suo più vasto influsso sul complesso delle cognizioni umane sulla natura. La scienza degli organismi o *Biologia*, che come *Zoologia* ha per oggetto del suo studio gli animali, come *Botanica* le piante, viene fondamentalmente riformata dalla teoria della discendenza. Poichè da questa teoria noi impariamo a riconoscere le vere *cause prime* che hanno prodotto i fenomeni delle forme organiche, mentre sinora la zoologia e la botanica si erano prevalentemente occupate di conoscerli come *fatti*. Si può dunque anche chiamare la teoria della discendenza *la spiegazione meccanica dei fenomeni delle forme organiche*, oppure la *dottrina delle vere cause nella natura organica* (17).

Poichè io non devo presupporre che a voi tutti siano famigliari le espressioni di *natura organica ed anorganica*, e poichè la contrapposizione di queste due sorta di corpi naturali ci dovrà ancora occupare più volte in seguito, premetterò due parole per farle comprendere. Noi chiamiamo *organismi* o *corpi naturali organici* tutti i *viventi* o corpi animati, cioè le piante e gli animali, compreso l'uomo, poichè in essi si può quasi sempre riconoscere una composizione da parti differenti (strumenti od organi); questi organi devono cooperare per dar origine ai fenomeni vitali. Non troviamo più invece una simile composizione negli *anorgani* o *corpi naturali anorganici*, i così detti corpi morti o inerti, i minerali o roccie, l'acqua, l'aria atmosferica, ecc. Gli organismi contengono sempre combinazioni albuminoidi del carbonio in istato molle o semiliquido, mentre queste mancano sempre negli anorgani. In queste importanti differenze riposa la divisione di tutte le scienze naturali in due grandi sezioni principali, la *Biologia* o scienza degli organismi (antropologia, zoologia e botanica), e la *Anorganologia* od abiologia, o scienza degli anorgani (mineralogia, geologia, meteorologia, ecc.).

L'incomparabile importanza che ha la teoria della discendenza per la biologia sta dunque sopratutto in ciò, che essa ci spiega per via meccanica l'origine delle forme organiche e riconosce le cause efficienti di esse. Per quanto però si apprezzi con ragione questo merito della teoria della discendenza, tuttavia esso quasi si ecclissa davanti alla smisurata importanza che prende per se sola un'unica necessaria conseguenza di essa. Questa inevitabile conseguenza è la *dottrina dell'origine animale del genere umano*.

La determinazione della posizione dell'uomo nella natura e dei suoi rapporti col complesso delle cose, questo che per l'umanità è, come ben disse l'Huxley (27), il problema dei problemi, viene per quel riconoscimento dell'origine animale del genere umano definitivamente risolto. Noi giungiamo dunque, per mezzo del trasformismo o

della teoria della discendenza, a potere per la prima volta fondare scientificamente una *storia naturale dello sviluppo del genere umano.* Tutti i difensori, come tutti gli assennati oppositori di Darwin hanno riconosciuto che l'origine del genere umano prima da mammiferi simili alle scimmie e poi da vertebrati inferiori consegue necessariamente da quella teoria.

Certamente lo stesso Darwin non ha subito espressa questa importantissima fra tutte le conseguenze della sua dottrina. Nel suo lavoro sull'*Origine delle specie*, la discendenza animale dell'uomo non è accennata. Quello scienziato, altrettanto prudente quanto ardito, volle passar sopra in silenzio su questo punto, perchè egli prevedeva che questa, che è la più importante delle conseguenze della sua teoria della discendenza, sarebbe stata contemporaneamente il più grande ostacolo allo spargimento ed alla accettazione di essa. Certamente il libro di Darwin avrebbe sin dal principio sollevate ancora maggiori opposizioni ed ire se questa importantissima conseguenza vi fosse stata subito esposta chiaramente. Fu solo dodici anni più tardi, nell'opera apparsa nel 1871 sull'*Origine dell'uomo e la scelta sessuale* (48), che Darwin riconobbe apertamente quella estrema conseguenza e dichiarò di essere pienamente d'accordo con quegli scienziati che frattanto l'avevano ricavata da se stessi. È chiaro che la portata di questa conseguenza è affatto straordinaria e che nessuna scienza può sottrarsi alle conseguenze di essa. L'*Antropologia* o la scienza dell'uomo, e perciò anche l'intera *Filosofia*, ne viene in tutti i suoi rami e fondamentalmente trasformata.

Toccare questo punto speciale sarà più tardi uno degli oggetti di queste conferenze. Tratterò la dottrina dell'origine animale dell'uomo solo dopo che io vi avrò presentata la teoria di Darwin nei suoi principii fondamentali e nel suo significato generale. In una parola quella conseguenza importantissima, ma a prima vista ripugnante per la massima parte degli uomini, non è altro che una speciale conclusione deduttiva che noi dobbiamo ricavare necessariamente, secondo le strette regole della inesorabile logica, dalle leggi generali induttive della teoria della discendenza solidamente fondata.

Forse nulla è più proprio a rendervi chiara in due parole tutta l'importanza della teoria della discendenza che il designarla coll'espressione di « storia della creazione naturale ». Perciò io stesso ho scelta questa denominazione per le conferenze seguenti. Tuttavia essa è giusta solo in un certo senso; poichè, strettamente parlando, l'espressione « storia della creazione naturale » include un controsenso, una *contradictio in adjecto.*

Per comprendere ciò, esaminiamo per un momento un po' più da vicino il duplice concetto di *creazione.* Se per creazione si intende l'originarsi di un corpo per mezzo d'una potenza o forza produttrice, allora si può pensare con ciò o all'*origine della sua sostanza* (la materia corporea) o all'*origine della sua forma* (l'aspetto corporeo).

La creazione nel primo senso, come *origine della materia*, non ci riguarda affatto. Questo processo, se mai esso ha avuto luogo, è interamente sottratto all'esperienza umana; esso non potrà dunque mai essere oggetto di ricerca scientifica. La storia naturale considera la materia come eterna ed imperitura, poichè giammai per esperienza si è potuto riconoscere la produzione o la perdita della minima particella di materia. Quando un corpo naturale sembra scomparire, come per esempio nella combustione, nella putrefazione, nell'evaporazione, ecc., esso cambia solo la sua forma, il suo stato fisico di aggregazione, o la sua combinazione chimica. Così pure riposa l'origine di un nuovo corpo naturale, per esempio di un cristallo, di un fungo, di un infusorio, solo su ciò che differenti particelle materiali, che prima esistevano in una

certa forma o combinazione, in seguito ad un cambiamento nelle condizioni di esistenza, assumono una nuova forma o combinazione. Ma giammai si è ancora osservato il caso che anche solo la più piccola particella di materia sia sparita dal mondo, o che solo un atomo si sia aggiunto alla massa preesistente. Il naturalista perciò non può rappresentarsi nè l'originarsi, nè lo sparire della materia; egli considera la quantità di materia esistente nel mondo come un fatto dato e fisso. Se c'è qualcuno che senta il bisogno di figurarsi l'origine di questa materia come dovuta ad un atto di creazione sopranaturale, ad una forza creatrice che sia fuori della materia, noi non abbiamo nulla in contrario. Ma noi dobbiamo osservare che con ciò non si sarà fatto il minimo guadagno per la conoscenza scientifica della natura. Una simile idea di una forza immateriale, la quale crea dapprima la materia, è un articolo di fede il quale non ha assolutamente nulla da fare colla scienza umana. — *Dove la fede comincia, cessa la scienza.* — Ambedue queste attività dello spirito umano sono da tenere nettamente separate fra di loro. La fede ha la sua origine nell'immaginazione poetica dell'uomo, la scienza, per contro, nella sua ragione scrutatrice. La scienza deve cogliere i vittoriosi frutti dall'albero dell'esperienza senza curarsi se con ciò vengano intaccate o no le poetiche immaginazioni della fede.

Quando adunque la storia naturale fa della « storia della creazione naturale » la sua mèta più alta, più difficile e più ricompensatrice essa può intendere il concetto solo nella seconda delle suddette significazioni, come *origine della forma dei corpi naturali*. In questo senso si può chiamare la geologia « storia della creazione della terra »; poichè essa cerca di scrutare l'origine della configurazione della superficie terrestre anorganica e la storia delle molteplici modificazioni di forma della crosta terrestre. Così pure la storia della evoluzione degli animali e delle piante, la quale ricerca l'origine delle forme animate, e la storia delle molteplici variazioni delle forme animali e vegetali, si può chiamare storia della creazione degli organismi. Siccome però nel concetto di creazione si insinua sempre facilmente l'idea non scientifica di un creatore che stia fuori della materia e la elabori, così in avvenire sarà meglio sostituirvi la denominazione più esatta di *evoluzione*.

Il grande valore che ha la *storia dell'evoluzione* per la comprensione scientifica delle forme animali e vegetali, è da un mezzo secolo riconosciuto così generalmente che senza di essa non si può fare un passo sicuro nella morfologia organica o studio delle forme organiche. Tuttavia, come storia dell'evoluzione, si è quasi sempre inteso solo una parte di questa scienza, la cosidetta embriologia, chiamata in modo più giusto e più comprensivo *Ontogenesi* (4). Oltre a questa però vi è ancora una storia della evoluzione delle specie, delle classi e stirpi (*phila*) di organismi, ed i rapporti di questa colla prima sono dei più importanti. A tal riguardo il materiale ci è fornito dallo studio dei fossili o paleontologia. Questa ci insegna che ogni *philum* organico, ogni stirpe di animali o vegetali è rappresentata nei diversi periodi della storia della terra da una serie di classi e specie interamente differenti. Così, per esempio, la stirpe dei vertebrati è rappresentata dalle classi dei pesci, anfibi, rettili, uccelli e mammiferi, e ciascuna di queste classi è rappresentata nei diversi tempi da specie affatto differenti. Questa storia paleontologica dello sviluppo degli organismi si può chiamare storia delle stirpi o *filogenesi*; essa sta nei rapporti più interessanti e rimarchevoli coll'altro ramo della storia della evoluzione organica, collo sviluppo dell'embrione od ontogenesi. Quest'ultima scorre in complesso parallela alla prima. A dirla in due parole, la storia della evoluzione individuale è una rapida riproduzione della lenta istoria dello sviluppo

paleontologico, riproduzione determinata dalle leggi dell'adattamento e dell'eredità; l'ontogenesi è un breve riassunto od una ricapitolazione della filogenesi (4).

Poichè io dovrò ancora spiegarvi più tardi questa interessantissima e significantissima legge naturale, pel momento non ci tratterremo di più su di essa. Notiamo solo che le cause di essa possono essere solo spiegate dalla dottrina della discendenza, senza la quale essa rimane incomprensibile ed inesplicabile. La teoria della discendenza ci spiega immediatamente perchè ad ogni modo i singoli animali e vegetali debbano svilupparsi, perchè essi non nascano subito in forma compiuta e sviluppata. Nessuna storia sopranaturale della creazione è capace di spiegarci in qualche modo il grande enigma della evoluzione organica. Come su questa importantissima questione il trasformismo ci dà pure risposte soddisfacenti su tutti gli altri quesiti biologici generali, e queste risposte sono di natura puramente meccanica causale, esse riconoscono semplicemente nelle forze naturali fisico-chimiche le cause di fenomeni che prima si era abituati ad attribuire all'azione immediata di forze creatrici sopranaturali. Con ciò il trasformismo allontana il miracolo da tutti i dominii della botanica e della zoologia, e sopratutto della parte più importante di quest'ultima, l'antropologia; esso squarcia il mistico velame di prodigio e di sopranaturale nel quale finora si amava avvolgere gli intricati fenomeni di questo naturale dominio della scienza. Le nebulose immagini della poesia mitologica svaniscono davanti alla chiara luce meridiana della scienza.

Fra quei fenomeni biologici sono di interesse affatto particolare quelli che combattono l'abituale supposizione dell'origine di ogni singolo organismo da una forza creatrice che operi con uno scopo determinato. A tal riguardo nulla ha messo in tanto imbarazzo gli antichi naturalisti quanto il significato dei cosidetti *organi rudimentali*, cioè di quelle parti del corpo animale e vegetale che propriamente senza funzione, senza significato fisiologico, sono tuttavia formalmente presenti. Queste parti meritano il più alto interesse, sebbene di esse la maggior parte degli uomini sappia poco o nulla. Quasi tutti gli organismi di più elevata struttura, quasi tutti gli animali e vegetali posseggono, accanto alle disposizioni palesemente utili della loro organizzazione, altre disposizioni che non possono in effetto avere alcuno scopo, alcuna funzione nella loro vita.

Esempi se ne trovano dappertutto. Negli embrioni di varii ruminanti, fra gli altri nelle nostre comuni bovine, vi sono nell'intermascellare della mascella superiore degli incisivi che mai vengono a spuntar fuori e perciò non possono avere alcuno scopo. Gli embrioni di molti cetacei, che più tardi invece dei denti posseggono i noti fanoni, portano dei denti nelle loro mascelle allorchè sono allo stato di feto e che non possono prendere alcun nutrimento. Anche questa dentatura non funziona mai. Infine la maggior parte degli animali superiori posseggono dei muscoli che non vengono mai messi in azione; persino l'uomo possiede di tali muscoli rudimentali. La maggior parte di noi non sono capaci di muovere volontariamente le loro orecchie, sebbene i muscoli, per questo movimento, siano presenti; ma ad alcune persone che si sono date a lungo la pena di esercitare questi muscoli è riuscito in fatto di rimettere in moto le loro orecchie. Su questi organi ancora ora presenti, ma ridotti, i quali vanno incontro ad una completa scomparsa, è ancora possibile, con un esercizio speciale, col costante influsso della forza volitiva del sistema nerveo di richiamare a vita la loro semispenta attività. Ciò non ci è più possibile per contro nei piccoli muscoli rudimentali dell'orecchio che aderiscono ancora alla cartilagine del nostro padiglione; questi rimangono sempre interamente privi di azione. Nei nostri orecchiuti progenitori dell'epoca terziaria, scimmie,

prosimii e marsupiali, i quali, come la maggior parte degli altri mammiferi, muovevano vivamente e liberamente i loro grandi padiglioni uditivi, quei muscoli erano molto più fortemente sviluppati ed avevano grande importanza. Così pure molte razze di cani e conigli, i cui selvaggi progenitori muovevano variamente le loro rigide orecchie, sotto l'influsso della vita colta si sono disabituati da « quell'aguzzar le orecchie », esse hanno perciò muscoli auricolari ridotti ed orecchie floscie penzolanti.

Ancora in altri siti del suo corpo l'uomo possiede simili organi rudimentali che non sono affatto di alcuna utilità per la vita e che non funzionano mai. Uno dei più notevoli, sebbene anche dei meno appariscenti fra questi organi, è la piccola piega a mezzaluna che noi possediamo all'angolo interno del nostro occhio, presso alla radice del naso, la cosidetta *plica semilunaris*. Questa insignificante piega cutanea non ha affatto alcuna utilità pel nostro occhio; essa è solo il resto estremamente atrofizzato di una terza palpebra interna, che è molto sviluppata accanto alla palpebra superiore ed inferiore in altri mammiferi, negli uccelli e nei rettili. Anzi già i nostri antichissimi antenati dell'epoca siluriana, i pesci primitivi, sembrano aver posseduta questa terza palpebra, la cosidetta membrana nittitante. Infatti molti dei loro più prossimi parenti che in forma poco modificata sopravvivono tuttora, cioè molti selaci, possiedono una membrana nittitante molto sviluppata, e questa, dall'angolo interno dell'occhio, può essere distesa su tutto il bulbo oculare.

Ai più evidenti esempi di tali organi rudimentali appartengono gli occhi che non vedono. Tali occhi si trovano in tantissimi animali i quali vivono allo scuro, per esempio in caverne, sotterra. Qui gli occhi sono spesso realmente presenti in istato ben sviluppato, ma essi son coperti da una pelle spessa, opaca, cosicchè nessun raggio di luce può colpirli, per cui essi non possono mai vedere. Simili occhi senza funzione visiva posseggono, per esempio, molte specie di talpe e topi ciechi che menano vita sotterranea, di serpi e lucertole, di anfibi e pesci; infine numerosi animali invertebrati che vivono nell'oscurità: molti coleotteri, crostacei, chiocciole, vermi, ecc.

Una abbondanza dei più interessanti esempi di organi rudimentali ci è data dalla osteologia comparata o studio degli scheletri dei vertebrati, uno dei rami più attraenti della anatomia comparata. Nella gran maggioranza dei vertebrati si trovano due paia di estremità articolate sul tronco, un paio di gambe anteriori e un paio di posteriori. Molto spesso tuttavia un paio o l'altro è rudimentale, più raramente tutte due come nei serpenti ed alcuni pesci anguilliformi. Ma alcuni serpenti, per esempio i serpenti giganteschi (Boa, Python) hanno posteriormente in corpo alcuni pezzi ossei inutili che sono i resti delle estremità posteriori perdute. Così pure i cetacei che hanno le sole estremità anteriori sviluppate (pinne toraciche) hanno ancora posteriormente nelle carni un paio di ossa affatto superflue, i resti delle estremità posteriori abortite. Lo stesso si dica di molti veri pesci presso i quali in egual modo le estremità posteriori (pinne ventrali) sono andate perdute. Viceversa i nostri orbettini (Anguis) ed alcune altre lucertole possiedono internamente una completa impalcatura scapolare, sebbene le estremità anteriori cui essa serve a dare attacco, non siano più presenti: in fine in diversi vertebrati si trovano le singole ossa di entrambe le paia di gambe in tutti i diversi gradi di riduzione e spesso le ossa rudimentali ed i muscoli relativi si trovano parzialmente conservati senza che essi possano tuttavia esercitare alcuna funzione. C'è l'istrumento ma esso non può più funzionare.

Quasi generalmente trovansi infine organi rudimentali nei fiori dove l'una o l'altra parte degli organi riproduttori maschili (stami ed antere) o femminili (stilo od

ovario, ecc.) è più o meno atrofizzato od abortito. Anche qui in differenti piante affini fra di loro voi potete seguire l'organo in tutti i gradi di riduzione. Così, per esempio, la grande famiglia naturale delle labiate cui appartengono la melissa, la menta, la maggiorana, il timo, ecc., è distinta dal fatto che la corolla in forma di bocca bilabiata contiene due stami lunghi e due corti. Ma in molte singole piante di questa famiglia, per esempio nelle diverse specie di salvia e nel rosmarino, solo un paio di stami è sviluppato e l'altro paio è più o meno ridotto, spesso interamente scomparso. Talora son presenti i filamenti, ma senza antera cosicchè essi non possono avere alcuna utilità. Più raramente si trova persino ancora il rudimento di un quinto stame, un organo affatto inutile fisiologicamente (per la funzione vitale) ma estremamente importante dal lato morfologico (pel riconoscimento della forma e della affinità naturale). Nella mia *Morfologia generale degli organismi* (4), nella sezione relativa alla « dottrina della assenza di scopo o disteleologia » ho portato ancora una quantità di altri esempi.

Certamente nessun fenomeno biologico ha mai messo i zoologi ed i botanici in una maggiore perplessità quanto questi organi rudimentali od abortivi. Sono strumenti senza uso, parti del corpo che sono lì senza far nulla, disposte per uno scopo senza che questo scopo in realtà lo possano raggiungere mai. Se si considerano i tentativi fatti dai naturalisti anteriori per spiegare questo enigma è difficile trattenere le risa sulle loro strane supposizioni. Non essendo in grado di trovare una vera spiegazione, vennero per esempio alcuni al risultato finale che il Creatore avesse formati questi organi « per amor di simmetria ». Stando alle idee di altri dovette al Creatore parere nè bello, nè decente che tali organi in quelli organismi in cui non avessero funzione e non la potessero avere, dato il loro modo di vita, completamente mancassero, mentre li possedevano i loro affini, e come compenso per la funzione che mancava diedene loro almeno la forma esterna. Vediamo bene gli impiegati civili in uniforme di corte portare al fianco un'innocua daga che essi non sfoderano mai. Ma io posso appena supporre che una tale spiegazione sia per parervi soddisfacente.

Ora appunto questo universalmente sparso ed enigmatico fenomeno degli organi rudimentali al quale naufragano tutti gli altri tentativi di spiegazione viene completamente chiarito nel modo più semplice e lampante per mezzo della teoria darwiniana dell'*eredità* e dell'*adattamento*. Noi possiamo seguire empiricamente le importanti leggi dell'eredità e dell'adattamento negli animali domestici e nelle piante coltivate che noi alleviamo artificialmente, e già una serie di simili leggi è stata stabilita. Senza addentrarmi ora in questo argomento, voglio solo premettere che alcune di esse spiegano completamente per via meccanica l'origine degli organi rudimentali, cosicchè noi dobbiamo considerare il loro apparire come un processo affatto naturale dovuto al *non uso degli organi*. Per adattamento a speciali condizioni di vita gli organi che prima erano attivi e realmente funzionanti, poco alla volta non furono più usati e passarono fuor di servizio. In seguito al non uso essi si sono sempre più ridotti, essendo pur sempre trasmessi per adattamento dall'una all'altra generazione sinchè al fine essi per la maggior parte sparirono. Se ora noi assumiamo che tutti i vertebrati sopra citati discendano da un solo capostipite comune il quale possedeva due occhi che vedevano e due paia di estremità bene sviluppate, si spiega in modo affatto semplice il diverso grado di riduzione e di regressione di tali organi in quei suoi discendenti che non poterono più far uso di queste parti. Così pure si spiega completamente il diverso grado di sviluppo dei cinque stami originariamente presenti (nella gemma

florale) presso le labiate, quando noi assumiamo che tutte le piante di questa famiglia derivino da un capostipite comune munito di cinque stami.

Io vi ho esposto alquanto a lungo sin d'ora il fenomeno degli organi rudimentali, perchè la sua importanza generale è grandissima, perchè esso ci introduce nelle più grandi, generali e profonde questioni della filosofia e della scienza, per la cui soluzione la teoria della discendenza è oramai diventata l'indispensabile guida. Perchè quando noi, secondo questa teoria, riconosciamo l'azione esclusiva di cause fisico-chimiche tanto nel mondo dei corpi viventi (organico) che nella natura cosidetta morta (anorganica), allora noi diamo il dominio esclusivo a quel concetto che possiamo designare col nome di *meccanico*, in opposizione all'antico *teleologico*. Quando voi paragonate i concetti che della natura ebbero i diversi popoli e tempi voi potete dividerli in due gruppi opposti, uno *causale* o *meccanico* ed uno *teleologico* o *vitalistico*. Seguendo questo concetto si considerava il regno animale ed il regno vegetale come il prodotto di una attività creatrice che agisce con un determinato scopo. Dall'esame di ogni organismo sembrò impossibile respingere la convinzione che una macchina così artistica, un apparato motore così complicato come è l'organismo potesse solo essere prodotto da una forza creatrice che avesse agito con uno scopo o da un'attività analoga sebbene infinitamente più perfetta di quella impiegata dall'uomo nella costruzione delle sue macchine. Per quanto elevati fossero però gli antichi concetti sul Creatore, per quanto si possa spogliarli di ogni analogia coll'uomo, tuttavia in ultima analisi col concetto teleologico tale paragone coll'uomo rimane innegabile e necessario. In fondo bisogna sempre figurarsi il Creatore stesso come un organismo, come un essere che, simile all'uomo, sebbene di forma infinitamente più perfetta, riflette sulla sua azione costruttrice, schizza il piano delle macchine, e poi, impiegando opportuni materiali le eseguisce nel modo determinato. Tutte queste immaginazioni mostrano necessariamente il difetto fondamentale dell'*Antropomorfismo*. Sempre e per quanto possa rappresentarsi in modo elevato il Creatore, gli si conferiscono con ciò attributi umani, il concepire un disegno e sovr'esso costrurre l'organismo. Ciò viene espresso in modo affatto chiaro dalla scuola la quale è più nettamente opposta alla dottrina di Darwin, e che fra i naturalisti ha trovato il suo più segnalato rappresentante in Luigi Agassiz. Il celebre lavoro di Agassiz (*Essay on classification*), che è completamente opposto all'opera darwiniana e che apparve quasi contemporaneamente ad essa, ha sviluppato in modo affatto conseguente e sino al massimo grado quelle assurde rappresentazioni antropomorfiche del Creatore.

In quanto riguarda poi quella celebre *finalità nella natura*, essa sussiste solo per colui che osserva affatto superficialmente i fenomeni della vita animale e vegetale. Già gli organi rudimentali dovrebbero dare a questa dottrina così carezzata un grave colpo. Ognuno però che abbia studiato a fondo la struttura ed il modo di vita dei diversi animali e vegetali, che sia famigliare colle reazioni reciproche dei fenomeni vitali e della cosidetta « economia della natura » deve necessariamente abbandonarla. Questa vantata saviezza e finalità esistono tanto poco quanto la « infinita bontà del Creatore ». Questi concetti ottimistici hanno sventuratamente così poco fondamento reale quanto l'espressione prediletta « di ordine morale del mondo », che è ironicamente illustrata da tutta la storia universale. Nel medio evo la « morale » signoria dei papi cristiani e della loro devota inquisizione fumante del sangue di innumeri vittime umane non è meno significante a tal riguardo che l'or dominante militarismo col suo apparato « morale » di fucili ad ago e altre raffinate armi omicide, od il pauperismo, questo indivisibile compagno della nostra raffinata civiltà.

Se voi osservate da vicino la vita e le reciproche relazioni delle piante e degli animali (l'uomo incluso), voi trovate dappertutto ed in ogni tempo il contrario di quella dolce ed amichevole comunanza che la bontà del Creatore avrebbe dovuto offrire alle creature, piuttosto voi vedete dappertutto un'inesorabile ed inasprita *lotta di tutti contro tutti*. In nessun luogo nella natura, dovunque voi possiate girare lo sguardo, si trova quell'idillica pace cantata dai poeti, dovunque invece, guerra, lotta per la propria conservazione, per annientare gli avversari diretti ed i prossimi. Passione ed egoismo, coscienti od incoscienti, sono dappertutto le molle della vita. La nota frase poetica

« La natura è perfetta dappertutto,
Là dove l'uomo non interviene col suo tormento »

è bella ma, sventuratamente, non è vera. Piuttosto anche sotto questo rapporto l'uomo non fa eccezione dal rimanente mondo animale. Le considerazioni da noi esposte nel capitolo della « lotta per la vita » giustificheranno ampiamente questa affermazione. Il Darwin ci ha appunto chiarito pel primo questi importanti rapporti nella loro alta e generale significazione, e quella parte della sua dottrina che egli stesso chiama « lotta per la vita » è una delle più importanti.

Se dunque noi siamo irresistibilmente costretti a rifiutare quel concetto vitalistico o teleologico della natura vivente il quale vede nelle forme animali o vegetali il prodotto di un Creatore buono e savio o di una forza naturale creatrice che agisca conformemente ad uno scopo, noi dobbiamo decisamente accettare il concetto che si chiama *meccanico* o *causale*. Esso può anche venir chiamato *monistico* od *unitario*, in opposizione al concetto *duplice* o *dualistico* che necessariamente è contenuto in ogni dottrina naturale teleologica. Il considerare la natura dal punto di vista meccanico, in certi rami delle scienze naturali, ha preso da varii decennii un tal piede che in essi non vi si spende più una parola per combattere le vedute opposte. A nessun fisico o chimico, a nessun mineralogo od astronomo passa più pel capo di vedere o ricercare nei fenomeni che egli ha continuamente davanti agli occhi nel suo dominio scientifico l'azione di un Creatore che agisca con uno scopo determinato. Quei fenomeni invece vengono universalmente e senza discussione considerati come il prodotto necessario ed invariabile delle forze chimiche e fisiche, che sono inerenti alla materia; e questo modo di vedere è perfettamente « materialistico » prendendo in un certo senso questa parola che ha più significati. Quando il fisico cerca di spiegare i fenomeni di moto, dell'elettricità o del magnetismo, la caduta di un corpo, o le vibrazioni delle onde luminose, egli è in tale occupazione assolutamente alieno dall'ammettere che c'entri una forza soprannaturale creatrice. Sotto questo rapporto la biologia dei corpi naturali cosidetti « animati » si trovava finora in completa opposizione alla anzi accennata scienza naturale anorganica (anorgologia). Per vero la moderna fisiologia o dottrina dei fenomeni di moto che si compiono nel corpo animale e vegetale ha preso completamente il punto di partenza meccanico di quest'ultima; ma la morfologia, la scienza delle forme degli animali e delle piante, non sembrava esserne stata per nulla influenzata. Tanto dopo come prima i morfologi, in opposizione alla teoria meccanica delle funzioni, considerarono le forme degli animali e delle piante come fenomeni che non fossero affatto spiegabili meccanicamente, che piuttosto dovessero necessariamente la loro origine ad una forza creatrice superiore, soprannaturale, che agisca con fine determinato. Ciò posto, era indifferente che si venerasse come Dio questa forza creatrice o che la si chiamasse forza vitale (*vis vitalis*) o causa ultima (*causa finalis*).

In ogni caso, per dirla in una parola, si ricorreva per una spiegazione al *miracolo*. Gettatisi così nelle braccia di una mistica poesia di fede si perdette il dominio della esperienza scientifica.

Ora tutto ciò che è stato fatto prima di Darwin per fondare un concetto naturale, meccanico dell'origine delle forme animali e vegetali non valse a farlo riuscire e a farlo riconoscere generalmente. Ciò riuscì solo alla dottrina di Darwin, e qui sta un suo inapprezzabile merito. Noi veniamo con ciò alla convinzione dell'*unità della natura organica ed anorganica*. Anche quella parte delle scienze naturali che finora si era più lungamente e più ostinatamente opposta ad una spiegazione meccanica, la scienza della struttura delle forme viventi, del loro significato e della loro origine, anch'essa viene ora portata con tutte le altre dottrine naturali sulla stessa via di perfezione. L'unità di *tutti* i fenomeni naturali viene così definitivamente stabilita. Quest'unità della natura intera, l'inerenza di un'anima ad ogni materia, l'indivisibilità della forza spirituale dalla materia corporea era stata ammessa dal Goethe colle parole seguenti: « La materia senza spirito, lo spirito senza materia non possono mai esistere ed agire ». Questi principii fondamentali di una concezione meccanica della natura sono stati sostenuti dai grandi filosofi monistici d'ogni tempo. Già Democrito di Abdera, l'immortale fondatore della teoria atomica, espresse questi principii quasi un mezzo secolo avanti Cristo; in modo affatto speciale li sostennero il sommo Spinoza ed il grande frate domenicano Giordano Bruno. È perciò che quest'ultimo, il 17 febbraio 1600, a Roma, venne arso sul rogo dalla cristiana inquisizione, nello stesso giorno in cui 36 anni prima nasceva il suo grande compatriota e compagno di lotte Galileo. In Campo de' Fiori in Roma, ove s'erse quel rogo, poc'anzi la libera rinnovata Italia ha inaugurato un monumento al grande martire monistico (il 9 giugno 1889), segno eloquente del grande mutamento dei tempi!

Grazie alla teoria della discendenza ci è ora per la prima volta possibile di fondare solidamente la dottrina monistica dell'unità della natura; a tal riguardo una spiegazione meccanico-causale anche dei più complicati fenomeni organici, per esempio dell'origine e della struttura degli organi di senso, non offre *a priori* maggiori difficoltà ad essere generalmente compresa che la spiegazione meccanica di qualsiasi processo fisico come, ad esempio, del terremoto, del magnetismo terrestre, delle correnti marine, ecc. Noi giungiamo così all'importantissimo convincimento che tutti i *corpi naturali* che noi conosciamo sono *parimente animati*, che il contrasto che finora si era stabilito fra il mondo dei corpi viventi e quello dei corpi inanimati in fondo *non* esiste. Quando una pietra lanciata liberamente nell'aria cade sul suolo secondo determinate leggi, o quando in una soluzione salina si forma un cristallo, o quando solfo e mercurio si combinano in cinabro, tali fenomeni non sono nè più nè meno fenomeni meccanici vitali che il nascere e fiorire delle piante, che la riproduzione e la sensibilità degli animali, che la percezione ed il pensiero dell'uomo. Solamente le forze naturali appaiono allora in diverse combinazioni e forme, ora più semplici, ora più complesse; tensioni latenti diventano libere e si cambiano in forze vitali, o viceversa. Nell'aver stabilito questo *concetto unitario o monistico della natura* sta il più alto e più generale merito della nostra nuova teoria dell'evoluzione che forma il coronamento delle moderne scienze naturali.



SECONDA CONFERENZA

Giustificazione scientifica della teoria della discendenza. Storia della creazione secondo Linneo.

La teoria della discendenza come spiegazione unitaria dei fenomeni naturali organici per mezzo di cause agenti naturalmente. — Paragone di essa colla teoria newtoniana della gravitazione. — Limiti della spiegazione scientifica e del sapere umano. — Ogni conoscenza dovuta originariamente all'esperienza dei sensi, *a posteriori*. — Cambiamento delle conoscenze *a posteriori* in conoscenze *a priori* in seguito all'eredità. — Opposizione delle storie soprannaturali della creazione di Linneo, Cuvier, Agassiz e delle teorie naturali dell'evoluzione di Lamarck, Goethe, Darwin. — Connessione delle prime col concetto naturale monistico, delle seconde col dualistico. — Monismo e materialismo. — Materialismo scientifico e morale. — Storia Mosaica della creazione. — Linneo come fondatore della descrizione sistematica della natura e della distinzione delle specie. — Classificazione di Linneo e nomenclatura binomia. — Significato del concetto di specie presso Linneo. — Sua storia della creazione. — Idee di Linneo sull'origine delle specie.

Signori!

Il valore di qualunque teoria scientifica si misura tanto dal numero e dall'importanza delle cose da spiegare quanto dalla semplicità e generalità delle cause di cui si invoca l'azione, cioè dei veri fondamenti della spiegazione. Quanto maggiore, da un lato, è il numero dei fenomeni che quella teoria deve spiegare, e quanto più importante è il loro significato, e, d'altro lato, quanto più semplici, quanto più naturali sono le cause invocate dalla teoria per spiegarli, tanto più alto è il valore scientifico di essa, tanto più sicuramente noi possiamo affidarci alla sua guida, tanto più noi siamo in dovere di accettarla.

Pensate, per esempio, a quella teoria che sinora passava per il più grande sforzo dello spirito umano, alla teoria della gravitazione, fondata 200 anni fa dall'inglese Newton, nei suoi principii della filosofia naturale. Qui noi troviamo l'oggetto da spiegare tanto grande quanto possiamo desiderarlo. Egli intraprese il còmpito di ricondurre a leggi matematiche i movimenti dei pianeti e la costituzione dell'universo. Come suprema e semplice causa prima a questi complicatissimi movimenti il Newton pose la legge della gravitazione e dell'attrazione, quella stessa che è la causa della caduta dei corpi, dell'adesione, della coesione e di molti altri fenomeni.

Se voi ora misurate allo stesso metro la teoria di Darwin, voi dovete venire alla conclusione che questa appartiene ugualmente alle più grandi conquiste dello spirito umano, e che essa si deve collocare immediatamente vicino alla teoria newtoniana della gravitazione. Forse quest'affermazione vi parrà esagerata o almeno molto ardita; spero però, nel seguito di queste conferenze, di potervi convincere che quest'apprezzamento non è esagerato. Nella precedente lezione si sono già accennati alcuni dei più importanti e generali fenomeni che vengono spiegati dalla teoria di Darwin. Ad essi appartengono, anzitutto, le variazioni di forma che avvengono nello *sviluppo individuale*

degli organismi, fenomeni estremamente multiformi e complicati che finora presentavano le maggiori difficoltà ad ogni spiegazione meccanica, cioè ad ogni tentativo per ricondurli a cause efficienti.

Noi abbiamo ricordato gli *organi rudimentali*, quelle conformazioni notevolissime del corpo degli animali e dei vegetali le quali non hanno scopo, che si rifiutano completamente ad ogni spiegazione teleologica che cerchi nell'organismo uno scopo finale. Si potrebbe qui ancora citare un grande numero di altri fenomeni non meno importanti, che finora non parevano meno enigmatici, e che sono spiegati nel modo più semplice dalla dottrina della discendenza riformata da Darwin. Ricorderò ancora preventivamente i fenomeni che ci sono presentati dalla *distribuzione geografica delle specie animali e vegetali* sulla superficie del nostro pianeta, come pure dalla *distribuzione geologica degli organismi estinti o pietrificati* nei diversi strati della crosta terrestre. Anche di queste importanti leggi geografiche e paleontologiche, che sinora noi conoscevamo solo come *fatti*, vengono spiegate dalla teoria della discendenza le cause efficienti. Lo stesso vale infine per tutte le leggi generali dell'*anatomia comparata*, specialmente per la grande legge della *divisione del lavoro o differenziazione* (polimorfismo); questa legge tanto nell'intera società umana, quanto nell'organizzazione dei singoli corpi animali e vegetali, è la più importante causa ordinatrice, quella stessa da cui dipende tanto una sempre maggior varietà, quanto uno sviluppo progressivo delle forme organiche. Come di questa legge della divisione del lavoro, che sinora era conosciuta solo come fatto, così anche della legge dello *sviluppo progressivo* o legge del progresso che noi vediamo agire dappertutto, tanto nella storia dei popoli, quanto nella storia degli animali e delle piante, anche di questa legge, colla teoria della discendenza, vengono spiegate le origini. E quando voi, finalmente, dirigete il vostro sguardo sul grande insieme della natura organica, quando voi riunite e paragonate tutti i grandi gruppi di fenomeni di questo immenso territorio della vita, esso, alla luce della teoria della discendenza, non vi appare più come il lavoro pensato ad arte di un creatore che edifichi con un dato scopo, ma come la conseguenza necessaria di cause efficienti che risiedono nella composizione chimica della materia stessa e nelle sue proprietà fisiche.

Si può dunque ampiamente ritenere (e spero di giustificare questa asserzione nel corso delle mie conferenze) che la dottrina della discendenza ci mette per la prima volta in grado di ricondurre il complesso di tutti i fenomeni organici ad una sola legge, di ritrovare una sola causa efficiente pel meccanismo infinitamente intricato di tutto questo ricco mondo di fenomeni. Sotto questo rapporto questa dottrina si mette da pari a lato della grande teoria della gravitazione di Newton; forse anche si eleva persino al di sopra di essa.

Anche le basi della spiegazione non sono qui meno semplici che là. Non sono già nuove, sinora incognite proprietà della materia quelle cui ricorse il Darwin per la spiegazione di questo intricatissimo mondo di fenomeni; non sono per avventura scoperte di nuove combinazioni della materia, o di nuove forze organizzatrici che le appartengano; si tratta solo del collegamento straordinariamente ingegnoso, della riunione sintetica e del ponderato paragone di una quantità di fatti conosciuti da molto tempo, per mezzo dei quali egli scioglie il « sacro enigma » del mondo delle forme viventi. Il più importante sta qui nel ponderare le relazioni reciproche che intercedono fra due attività vitali generali degli organismi, le funzioni dell'*eredità* e dello *adattamento*. Si è appena considerando i rapporti reciproci di queste due attività vitali o funzioni fisiologiche degli organismi, come pure esaminando i rapporti reciproci che

hanno necessariamente fra di loro gli animali e le piante viventi in uno stesso luogo, si è appena con un retto apprezzamento di questi semplici fatti e col loro abile collegamento che è stato possibile al Darwin di trovare in essi le vere cause efficienti (*causae efficientes*) delle forme infinitamente complesse della natura organica.

Noi siamo ora, in ogni caso, obbligati ad accogliere questa teoria e a conservarla finchè se ne trovi una migliore che intraprenda di spiegare altrettanto chiaramente una simile abbondanza di fatti. Finora noi mancavamo completamente di una simile teoria. Certo l'idea fondamentale che tutte le diverse forme animali e vegetali debbano discendere da alcune poche od anche da una sola semplicissima forma primitiva non è nuova. Questo pensiero era stato espresso da lungo tempo ed era stato formolato nettamente per la prima volta dal grande Lamarck (2) al principio del nostro secolo. Ma propriamente Lamarck enunciò solo l'ipotesi dell'origine comune, senza fondarla sufficientemente col chiarirne le cause efficienti. Ed appunto nel riconoscimento di queste cause sta lo straordinario progresso che il Darwin ha fatto sulla teoria di Lamarck. Egli trovò nell'attitudine fisiologica della materia organica all'eredità e all'adattamento la vera causa di quei rapporti genealogici. Inoltre non potè ancora l'ingegnosissimo Lamarck giovarsi del grandioso materiale di fatti biologici che è stato accumulato dalle importanti ricerche zoologiche e botaniche degli ultimi ottant'anni e che è stato utilizzato dal Darwin a formarne un trionfante apparato di dimostrazione.

La teoria di Darwin non è dunque, come spesso ritengono i suoi avversarii, una ipotesi in aria, priva di fondamento. I singoli zoologi e botanici non possono mica a piacer loro accettarla o no come teoria esplicativa. Piuttosto essi sono costretti ed obbligati, seguendo le norme fondamentali usate nelle scienze, ad accettare come spiegazione dei fenomeni ogni teoria, quand'anche solo debolmente basata, che sia in accordo coi fenomeni reali, e di conservarla finchè essa venga sostituita da una migliore. Non facendo ciò noi rinunziamo ad ogni scientifica *spiegazione dei fenomeni*, e questa è in realtà la posizione tenuta da molti anche oggidì. Essi considerano l'intero dominio della natura animata come un perfetto enigma e ritengono l'origine delle specie animali e vegetali, i fenomeni del loro sviluppo e delle loro affinità come affatto inesplicabili, come un *miracolo:* di una vera comprensione di essi non vogliono saperne assolutamente nulla.

Quegli avversarii di Darwin, i quali non rinunziano così assolutamente ad ogni spiegazione biologica, dicono per verità: « La dottrina darwiniana della comune origine dei differenti organismi è solo *un'ipotesi:* noi glie ne opponiamo un'altra, l'ipotesi che le singole specie di animali e vegetali non si sono sviluppate discendendo le une dalle altre, ma invece che esse si sono originate indipendentemente le une dalle altre secondo una legge naturale non ancora scoperta ». Finchè, però, non ci sarà mostrato come abbiamo da figurarci questa origine, e di che sorta di legge naturale si tratti, finchè non si potrà far valere una base di spiegazione, non foss'altro che verosimile, che parli in favore di un'origine indipendente delle specie animali e vegetali, sin'allora questa contro-ipotesi non è infatti nemmeno un'ipotesi, ma solo una vuota frase che non dice nulla. Inoltre la dottrina del Darwin non merita il solo nome di ipotesi. Poichè una ipotesi scientifica è una supposizione che si appoggia su proprietà o movimenti ignoti, non ancora constatati per esperienza, dei corpi naturali. Ma la dottrina di Darwin non ricorre a simili ignote relazioni; essa si fonda su proprietà generali e da gran tempo riconosciute degli organismi. Ma il collegamento straordinariamente ingegnoso e comprensivo di una quantità di fenomeni che finora stavano isolati, dà a questa teoria il

suo grande valore intrinseco. Col suo aiuto noi possiamo, pel complesso di tutti i fenomeni morfologici a noi noti nel mondo animale e vegetale, riconoscere una causa efficiente; e questa vera causa è sempre la stessa, cioè l'azione reciproca dell'adattamento e dell'eredità. Ma questo è un rapporto fisiologico e come tale dovuto a cause fisico-chimiche o meccaniche. Per queste ragioni l'accettare la dottrina della discendenza fondata su basi meccaniche del Darwin è, per l'intera zoologia e botanica, una forzata e ineluttabile necessità.

Poichè dunque, secondo il mio parere, l'immensa importanza della nostra nuova teoria dell'evoluzione sta in ciò che essa *spiega meccanicamente fenomeni organici di forma* che finora erano inesplicati, così è ben necessario di dir qui subito due parole sul concetto un po' vago di *spiegazione*. Spesso si obbietta al trasformismo che esso spieghi bensì quei fenomeni per mezzo dell'eredità e dell'adattamento, ma che con ciò queste stesse proprietà della materia organica non sono spiegate, che noi non andiamo alle cause ultime. Questo rimprovero è giustissimo; ma esso vale ugualmente per *tutti* i fenomeni. Noi non arriviamo *mai* a riconoscere le *ragioni ultime*. L'origine di un semplice cristallo di sale ottenuto dall'evaporare d'una soluzione, in fondo in fondo non ci è meno enigmatica ed inconcepibile dell'origine di un animale sviluppantesi da una semplice cellula. Nello spiegare i più semplici fenomeni fisico-chimici, come per esempio la caduta d'una pietra o la formazione di un composto chimico, noi, dopo aver trovate le cause efficienti, per esempio la gravità o l'affinità chimica, arriviamo ad altri fenomeni più remoti che sono per se stessi un mistero. Ciò dipende dalla limitazione o relatività del nostro intendimento. Noi non dobbiamo mai dimenticare che l'intendimento umano è assolutamente limitato e possiede solo un'estensione relativa. Esso è già limitato dalla natura stessa dei nostri sensi e del nostro cervello.

Originariamente ogni cognizione nasce dall'esperienza dei sensi. È vero che si oppose a questa la cognizione innata, *a priori*, dell'uomo; frattanto, coll'aiuto della teoria della discendenza, noi possiamo verificare che le cosidette conoscenze aprioristiche, ereditate originariamente *a posteriori*, dipendono poi in fondo dall'esperienza. Conoscenze che originariamente riposano sulla pura esperienza dei sensi, che però sono state poi conservate ed ereditate per una lunga serie di generazioni, compaiono innate nelle generazioni nuove, precisamente come i cosidetti istinti degli animali. Le cosidette « cognizioni *a priori* » sono state originariamente acquistate *a posteriori* dai nostri primitivi antenati animali, e solo per *eredità* sono diventate gradatamente aprioristiche; esse riposano in ultima istanza sull'esperienza. Le leggi dell'eredità e dell'adattamento c'insegnano come le conoscenze *a priori* si siano originariamente sviluppate da conoscenze *a posteriori*. L'esperienza dei sensi è la fonte originaria di *tutte* le cognizioni. Già per questo motivo ogni nostra scienza è limitata, e giammai non possiamo afferrare le *ragioni ultime* di qualsivoglia fenomeno. La forza di cristallizzazione, la gravità e l'affinità chimica ci rimangono per sè altrettanto inconcepibili come l'adattamento e l'eredità, come la volontà e la coscienza.

Se dunque la moderna teoria della discendenza ci spiega da un solo punto di vista il complesso di tutti gli anzidetti fenomeni, se essa riguarda una stessa proprietà dell'organismo come causa efficiente, essa ci offre per ora tutto quello che possiamo pretendere da lei. Inoltre ci è ancor lecito sperare con buon fondamento che le ultime cause trovate dal Darwin, cioè le proprietà dell'eredità e dell'adattabilità, si possano ancora spiegare più intimamente; possiamo, per esempio, sperare di poter scoprire nei rapporti molecolari, nella composizione delle materie albuminoidi, le più remote, più

semplici cause di quei fenomeni. Per verità non abbiamo ancora speranza di giungervi in un prossimo avvenire, e ci contentiamo provvisoriamente di aver ricondotto quei fenomeni alle cause sopraddette, come nella teoria di Newton noi ci contentiamo di poter ricondurre i movimenti dei pianeti alla gravità. La gravità stessa è poi ugualmente un mistero per noi incomprensibile.

Prima di venire al nostro cómpito principale, che è di trattare a fondo la dottrina della discendenza e le conseguenze che ne scaturiscono, diamo uno sguardo storico retrospettivo sulle più importanti e più sparse idee che prima di Darwin si sono avute sulla creazione organica, sull'origine delle molteplici forme di animali e piante. Con ciò non è affatto mia intenzione di trattenervi con una rivista comparativa delle numerose storie poetiche della creazione presso i diversi popoli. Per quanto questo tema fosse interessante e rimuneratore sotto il rapporto dell'etnografia e della storia della coltura, esso ora ci condurrebbe troppo lontano. Inoltre la grandissima maggioranza di queste leggende della creazione portano troppo l'impronta della fantasia e della mancanza di un esame accurato della natura per poter avere qualche interesse nel trattamento scientifico della storia della creazione. Perciò delle storie della creazione non riposanti su base scientifica rileverò solo quella mosaica in causa dell'influenza senza pari che questa leggenda orientale ha avuto sulla civiltà dell'occidente. Poi passerò subito alle ipotesi della creazione che sono state formolate scientificamente, le quali prendono origine solo dopo il principio del secolo scorso con Linneo.

Tutti i diversi concetti che si son mai fatti gli uomini sulla origine delle differenti specie di animali e piante si possono convenientemente dividere in due gruppi, in storie della creazione naturali e soprannaturali.

Questi due gruppi corrispondono in complesso ai due concetti umani fondamentali che noi abbiamo dapprima messi a riscontro, il monistico (unitario) e il dualistico (duplice). L'abituale concetto *dualistico* o *teleologico* (vitale) deve considerare la natura organica come il prodotto di un Creatore che operi secondo un disegno. Esso deve vedere in ogni forma animale o vegetale un « pensiero incarnato del Creatore », l'espressione materiale di una causa ultima che operi pensatamente o di una causa finale (*causa finalis*). Esso deve necessariamente ricorrere, per spiegare l'origine degli organismi, a processi soprannaturali (non meccanici). Noi possiamo perciò a buon diritto adoperare il nome di *storie soprannaturali della creazione*. Di tutte le storie teleologiche della creazione appartenenti a questo gruppo, quella che acquistò la maggiore influenza fu quella di Mosè poichè essa, per opera di sì grandi naturalisti come Linneo, trovò universale accoglimento persino nelle scienze naturali. Anche le vedute di Cuvier e Agassiz sulla creazione, come del resto quelle della maggior parte degli antichi naturalisti, appartengono a questo gruppo dualistico.

Per contro la teoria dell'evoluzione perfezionata dal Darwin la quale sarà da noi trattata sotto il nome di *storia naturale della creazione* e che fu già tracciata da Goethe e da Lamarck, deve conseguentemente condurci ai concetti *monistici* (causali). In opposizione a quei concetti dualistici o teleologici essa considera le forme dei corpi organici naturali tanto come quelle dei corpi anorganici, come i prodotti necessarii di forze naturali. Essa vede in ogni singola specie di animale o di pianta non già l'incarnazione del pensiero di un Creatore personale, ma l'espressione transitoria di un processo meccanico di sviluppo della materia, l'espressione di una causa operante necessariamente o di una *causa meccanica* (*causa efficiens*). Dove il dualismo teleologico cerca nelle meraviglie della creazione le fantasie di un Creatore, là il monismo

causale trova nei processi evolutivi le azioni necessarie di leggi naturali eterne ed immutabili.

Si è spesso anche ritenuto che il *monismo* sostenuto qui da noi sia identico al *materialismo*. Siccome in seguito a ciò anche il darwinismo, e del resto l'intera *teoria dell'evoluzione*, si dissero *materialistici*, non posso a meno di esprimere sin d'ora una diffida contro il duplice significato di questa designazione e contro la malignità con cui ne approfittano da diverse parti per nuocere alla nostra dottrina.

Sotto il nome di « materialismo » si confondono insieme molto generalmente e si scambiano l'una coll'altra due cose affatto diverse che in fondo non hanno nulla da fare insieme, cioè il materialismo scientifico ed il materialismo morale. *Il cosidetto materialismo scientifico* è in un certo senso identico col nostro *monismo*. Poichè esso non ammette altro senonchè tutto nel mondo proceda per vie naturali, che ogni causa abbia il suo effetto, ed ogni effetto la sua causa. Esso fa dunque regnare su tutto il complesso dei fenomeni da noi riconoscibili la *legge meccanica di causalità* o la legge della necessaria connessione fra causa ed effetto. Per contro esso rigetta decisamente ogni credenza al miracolo ed ogni idea preconcetta di procedimenti soprannaturali. Per esso, nella intera cerchia delle conoscenze umane non v'ha propriamente mai una vera metafisica, ma dappertutto ed unicamente la fisica. Per esso l'indivisibile unione di materia, forma e forza è cosa sottintesa. Questo materialismo scientifico in tutto il grande dominio delle scienze anorganiche, nella fisica e nella chimica, nella mineralogia e nella geologia è da lungo tempo così universalmente riconosciuto che nessuno mette più neanche in dubbio che esso non sia giustificato. La cosa va tuttavia affatto diversamente nella biologia, nella scienza degli organismi, dove da molte parti si seguita ancora a contestare la sua validità, senza però che gli si possa opporre altro che il fantasma metafisico della forza vitale, o solo anche dei dogmi teologici. Se noi però possiamo provare che tutta la natura riconoscibile è solo *una*, che le stesse « eterne ferree grandi leggi » agiscono nella vita degli animali e delle piante, come nell'accrescimento dei cristalli e nella forza espansiva del vapor acqueo, noi dovremo pure anche nell'intero dominio della biologia, nella zoologia come nella botanica, dappertutto e collo stesso diritto tenerci al punto di partenza monistico o meccanico, lo si disprezzi o no col nome di « materialismo ». In questo senso tutte le scienze esatte, con alla loro testa la legge di causalità, sono prettamente « materialistiche ». Le si potrebbero però collo stesso diritto chiamare puramente spiritualistiche se volendo essere logici osserviamo da un punto di vista unitario tutti i fenomeni, senza eccezione. Perchè appunto per questa logica unicità il nostro moderno monismo tende alla conciliazione dell'idealismo e del realismo, all'uguaglianza dello spiritualismo unilaterale col materialismo.

Una cosa affatto diversa da questo materialismo scientifico è il *materialismo morale* od *etico* che non ha nulla affatto che fare col primo. Questo « vero » materialismo non prosegue nella sua vita pratica altro scopo che quello di un godimento dei sensi più raffinato che sia possibile. Esso vive nella deplorabile idea che il puro godimento sensuale possa dare all'uomo vera felicità, e non trovandola in alcuno di questi godimenti si getta dall'uno all'altro di essi. La profonda verità che il vero valore della vita non sta nel godimento materiale, ma nel fatto morale, e che la vera felicità non si trova nei beni esterni, ma riposa nelle virtù della vita è incognita a quel materialismo. Perciò lo si cercherebbe invano in quegli scienziati e filosofi i cui più alti godimenti sono quelli intellettuali, e il cui supremo scopo è il riconoscimento delle leggi

naturali. Questo materialismo lo si deve cercare nei palazzi dei principi della Chiesa e in tutti quegli ipocriti che sotto la maschera d'una austera pietà non aspirano che alla tirannia gerarchica e a predare i loro simili. Incapaci di comprendere la nobiltà infinita della cosidetta « materia bruta » e del maestoso mondo di fenomeni che ne deriva, insensibili all'inesauribile fascino della natura, senza conoscere le sue leggi, essi scomunicano, stigmatizzano tutte le scienze naturali e la coltura che ne nasce come colpevole materialismo, mentre essi stessi lo praticano nella forma più ributtante. Non solo l'intera storia dei papi infallibili colla loro sequela infinita di efferati delitti, ma anche la obbrobriosa storia morale dell'ortodossia in tutte le forme di religioni dànno a tal proposito prove sufficienti.

Per evitare in avvenire la solita confusione di questo materialismo morale affatto riprovevole col nostro materialismo filosofico, e per allontanare ogni malinteso sul significato di quest'ultimo, crediamo utile di chiamarlo monismo o causalismo. Il principio del monismo è quello stesso che il Kant chiama « principio del *meccanismo* » e Kant nota espressamente che *senza di esso non vi può essere alcuna scienza naturale*. Questo principio è affatto indivisibile dalla nostra « storia naturale della creazione », e la distingue dalla credenza mistica e teleologica in una storia soprannaturale della creazione.

Gettiamo ora dapprima uno sguardo sulla più importante di tutte le storie soprannaturali della creazione, quella di Mosè come ci è stata trasmessa dalla Bibbia, questa antica raccolta di storie e di leggi del popolo giudeo. Come è noto, la storia mosaica della creazione, che nel primo capitolo della Genesi forma l'introduzione all'Antico Testamento, ha avuto corso finora in modo quasi affatto generale nella intera civiltà ebraica e cristiana. Questo straordinario successo si spiega non solo col suo stretto legame colle credenze religiose ebraiche e cristiane ma anche per la semplicità e la naturalezza del corso di idee che la informa la quale si stacca con vantaggio dalla variopinta mitologia della creazione della maggior parte degli altri popoli dell'antichità. In principio il Signore Iddio crea la terra come primo corpo anorganico dell'universo. Poi egli divide la luce dalle tenebre e quindi la terra dall'acqua. Solo ora la terra è diventata abitabile da organismi, e dapprima vengono create le piante, solo più tardi gli animali, e di questi prima gli abitanti dell'acqua e dell'aria e solo più tardi gli abitatori della terra ferma. Finalmente, come ultimo di tutti gli organismi, Dio crea l'uomo a sua immagine perchè domini sulla terra.

In questa ipotesi sulla creazione risaltano con straordinaria chiarezza e semplicità due grandi ed importanti idee fondamentali della dottrina dell'evoluzione naturale, l'idea della *differenziazione* e l'idea dello sviluppo progressivo o *perfezionamento*. Sebbene Mosè queste grandi leggi della evoluzione organica, che noi vedremo più tardi essere necessarie conseguenze della teoria della discendenza, le consideri come azione immediata di un Creatore, tuttavia vi si può trovare il concetto elevato di uno sviluppo progressivo e del differenziamento della materia primitivamente semplice. Noi possiamo perciò pagare un giusto tributo di ammirazione alla grandiosità delle idee naturali del legislatore giudeo ed al semplice e naturale concetto che informa la sua ipotesi della creazione, senza tuttavia vedervi una « rivelazione divina ». Che ciò non sia si vede subito dal fatto che vi son contenuti due grandi errori fondamentali, cioè primo l'*errore geocentrico* che la terra sia il punto centrale fisso del mondo intero intorno a cui si movono il sole, la luna e le stelle; e secondariamente l'*errore antropocentrico* che l'uomo sia lo scopo finale prestabilito dalla creazione terrestre e

che solo per suo servizio sia stato creato tutto il rimanente della natura. Il primo errore fu distrutto dal sistema del mondo di Copernico al principio del sedicesimo secolo, l'ultimo dalla teoria della discendenza del Lamarck al principio del secolo decimonono.

Sebbene l'errore geocentrico della storia mosaica della creazione fosse stato rilevato già da Copernico e con ciò l'autorità di questa storia come rivelazione divina ne venisse distrutta, tuttavia essa si conservò fino ai giorni nostri in modo che per molti essa forma il principale impedimento contro l'accettazione di una teoria naturale della evoluzione. Come si sa, molti naturalisti anche nel nostro secolo hanno cercato di portarla in armonia coi risultati delle moderne scienze naturali, sopratutto della geologia; così per esempio si sono interpretati i sette giorni della creazione di Mosè per sette grandi periodi geologici. Frattanto tutti questi tentativi artificiosi di interpretazione sono così perfettamente erronei che non meritano qui alcuna confutazione. La Bibbia non è un libro di storia naturale, ma una raccolta primitiva di storia, di leggi e di religione del popolo ebraico, e l'alto valore di essa nella storia della civiltà non è rimpicciolito dal fatto che in tutte le questioni di scienze naturali non abbia una reale importanza e sia piena di errori grossolani.

Noi possiamo fare ora un gran salto di oltre tre mila anni, da Mosè che visse press'a poco nel 1480 avanti Cristo fino a Linneo che nacque nel 1707 dopo Cristo. Durante tutto questo spazio di tempo non fu esposta alcuna storia della creazione che abbia acquistato una durevole importanza, il cui esame possa avere qui qualche interesse. Specialmente durante gli ultimi 1500 anni, quando il cristianesimo acquistò l'universale dominio, la cosmogonia mosaica collegata colle sue credenze religiose fu così generalmente accettata che solo il secolo decimonono osò decisamente elevarsi contro di essa. Persino il grande naturalista svedese Linneo, il fondatore della moderna storia naturale, nel suo sistema della natura si rannodò strettissimamente alla storia della creazione di Mosè.

Lo straordinario progresso di cui la cosidetta storia naturale descrittiva è debitrice a Carlo Linneo sta, come è noto, nell'aver questi stabilito un *sistema* delle specie di animali e vegetali; egli lo condusse in modo così conseguente e logico che esso, fino ai nostri giorni, è stato per molti rispetti la guida per tutti i naturalisti posteriori che si son occupati delle forme degli animali e delle piante. Sebbene il *Systema naturae* di Linneo (uscito nel 1735) fosse un sistema artificiale, sebbene egli nella classificazione degli animali e dei vegetali abbia impiegato solo alcuni caratteri come fondamenti della classificazione, tuttavia questo sistema ha avuto il massimo successo, prima per il modo logico con cui era stato condotto, e poi pel suo modo di denominare i corpi naturali, modo divenuto straordinariamente importante e sul quale noi dobbiamo necessariamente soffermarci alquanto. Infatti, mentre prima di Linneo si erano fatti vani sforzi per portare mediante una nomenclatura e un aggruppamento adatto qualche luce nell'infinito caos delle varie specie animali e vegetali già allora note, riuscì a Linneo, mercè lo stabilimento della cosidetta « *nomenclatura binomia* », di raggiungere con un felice artifizio questo importantissimo ed arduo scopo. La nomenclatura binomia o denominazione duplice come venne stabilita per la prima volta da Linneo è usata ancora oggidì in modo affatto generale di tutti i zoologi e botanici e senza dubbio seguiterà ad essere parimente usata per lungo tempo. Essa consiste in ciò che ogni specie di animale o di pianta è designata con due nomi che hanno fra loro lo stesso rapporto che il nome di battesimo e quello

di famiglia negli individui umani. Il nome proprio, che corrisponde al nostro nome di battesimo, esprime il concetto di specie (*species*); esso serve come comune designazione di tutti gli individui animali o vegetali i quali in tutti i caratteri essenziali sono uguali fra loro e che si distinguono gli uni dagli altri solo per caratteri affatto subordinati. Il nome comune invece, che corrisponde al nostro nome di famiglia, esprime il concetto di genere (*genus*); esso serve come comune designazione di tutte le specie più simili fra di loro. Il nome generico, più generale e comprensivo, secondo la nomenclatura linneana comunemente adottata, è messo prima; il nome specifico proprio, subordinato lo segue. Così, per esempio, il gatto comune si chiama *Felis domestica*, il gatto selvaggio *Felis catus*, la pantera *Felis pardus*, il giaguar *Felis onca*, la tigre *Felis tigris*, il leone *Felis leo;* tutte queste sei sorta di carnivori sono specie differenti di uno stesso genere: *Felis*. Oppure, per aggiungere un esempio preso dal regno vegetale, secondo la denominazione di Linneo l'abete bianco si chiama *Pinus abies*, l'abete rosso *Pinus picea*, il larice *Pinus larix*, il pino da pigne *Pinus pinea*, il pino cembro *Pinus cembra*, il cedro *Pinus cedrus*, il comune pino *Pinus silvestris;* tutte queste sette sorta di conifere sono differenti specie di un medesimo genere: *Pinus*.

Forse questo perfezionamento portato da Linneo nella pratica distinzione e denominazione dei varii organismi vi parrà avere solo un'importanza secondaria. Tuttavia in realtà esso ebbe la massima importanza tanto dal lato pratico che dal lato teorico. Solo allora fu infatti possibile di disporre la quantità enorme di diverse forme organiche secondo il loro maggiore o minor grado di rassomiglianza e di ordinarle in modo metodico nei quadri del sistema. La registrazione di questo casellario fu resa ancor più comprensibile da Linneo riunendo assieme i generi più affini nei cosidetti ordini (*ordines*) e gli ordini più affini in divisioni primarie ancor più comprensive, le classi (*classes*). Per tal modo ciascuno dei due regni organici si divise dapprima secondo Linneo in un piccolo numero di classi; il regno vegetale in 24 classi, il regno animale in sei classi. Ogni classe contiene poi più ordini. Ogni singolo ordine contiene una quantità di generi ed ogni genere varie specie.

L'utilità pratica che aveva la nomenclatura binomia di Linneo per una generale e sistematica distinzione, denominazione, ordinamento e divisione delle forme organiche era inapprezzabile; non meno importante era però l'impagabile influenza teorica che essa acquistò subito nel modo di comprendere il mondo delle forme organiche, e specialmente sulla storia della creazione. Ancora ora le importanti questioni fondamentali che abbiamo toccato poco prima si aggirano infine sulla risposta a questa domanda pregiudiziale apparentemente molto isolata e senza importanza, *che cosa è propriamente la specie*. Ancora oggidì il *concetto di specie organica* può essere chiamato il punto cardinale di tutta la questione della creazione, il punto disputato sulla cui diversa interpretazione lottano tutti i darwinisti ed antidarwinisti.

Secondo l'opinione di Darwin e dei suoi seguaci le diverse specie di uno stesso genere di animali o di piante non sono altro che discendenti diversamente sviluppati di una stessa forma originaria. Le diverse specie di conifere sopra menzionate discenderebbero dunque da un'unica forma originaria di pino. Così pure tutte le sopra dette specie di felini deriverebbero da un'unica forma comune di *Felis*, il progenitore di tutto il genere. Inoltre, secondo la teoria della discendenza, anche tutti i generi di uno stesso ordine dovrebbero discendere da una sola forma comune primitiva e così pure infine tutti gli ordini di una classe.

Secondo l'opinione contraria degli avversarii di Darwin tutte le specie di animali e di piante sono affatto indipendenti le une dalle altre e solo gli individui di una stessa specie discendono da un progenitore comune. Se noi ora domandiamo come mai siano nati questi progenitori nelle singole specie, essi ci rispondono entrando di colpo nell'incomprensibile: « Essi sono stati creati così ».

Lo stesso Linneo determinò in tal guisa il concetto di specie dicendo: « Vi sono tante specie diverse quante differenti forme sono state create in principio dell'Ente infinito » (*Species tot sunt diversae, quot diversas formas ab initio creavit infinitum ens*). Sotto questo rispetto egli adottò alla lettera la cosmogonia mosaica la quale parimente fa creare le piante e gli animali « ciascuno secondo la sua specie ». Addentrandosi più nella questione pensò Linneo che originariamente di ogni specie animale o vegetale sia stato creato o un solo individuo o un paio, e cioè un paio o, come dice Mosè « un maschio ed una femmina » per quelle specie che hanno sessi separati, per quelle specie per contro presso le quali ogni individuo riunisce in sè gli organi di entrambi i sessi (ermafroditi) come per esempio i lombrichi, le sanguisughe, le chiocciole, come pure per la maggior parte delle piante, pensò Linneo che fosse sufficiente che fosse stato creato un solo individuo. Linneo si rannodò inoltre alla leggenda mosaica anche riguardo al diluvio universale; egli credette che in questa grande inondazione generale tutti gli organismi presenti fossero annegati, salvo pei pochi individui di ogni specie (degli uccelli e animali puri sette paia, degli animali impuri un paio) i quali furono salvati nell'arca di Noè e che dopo finito il diluvio furono posti a terra sul monte Ararat. Egli cercò di risolvere la difficoltà geografica di far vivere insieme così diversi animali e piante notando che l'Ararat nell'Armenia essendo collocato in un clima caldo e raggiungendo un'altezza di oltre 16,000 piedi riunisce in sè le condizioni richieste provvisoriamente dalla vita comune anche di animali che vivono in diverse zone. Così gli animali abituati al clima polare potevano arrampicarsi sulle fredde vette della montagna, quelli abituati ad un clima caldo discendere ai piedi di essa, e gli abitatori della zona temperata mantenersi sulle falde del monte. Di qui era data la possibilità di espandersi al nord e al sud per tutta la terra.

Abbiamo appena bisogno di notare che questa puerile ipotesi linneana che cerca evidentemente di adattarsi il più strettamente possibile alle credenze bibliche dominanti non ha bisogno di una confutazione seria. Se si considera l'abituale chiarezza del perspicace Linneo si deve forse dubitare che egli stesso vi abbia creduto. Quanto alla contemporanea origine di tutti gli individui di ogni specie da un singolo paio di genitori (o nelle specie ermafrodite da un genitore unico) essa è evidentemente affatto insostenibile; perchè a parte le altre ragioni, fin dai primi giorni dopo finita la creazione i pochi carnivori avrebbero bastato a sterminare tutti gli erbivori, come pure tutti gli erbivori avrebbero dovuto distruggere i pochi individui delle varie forme vegetali. Un equilibrio nell'economia della natura come quello che esiste presentemente non poteva in niun modo sussistere se di ogni specie fosse stato creato originariamente e contemporaneamente un solo individuo o un solo paio.

Quanto poco peso abbia dato del resto Linneo a questa insostenibile ipotesi della creazione risulta già fra altro da ciò che egli riconobbe l'ibridismo come un modo d'origine di nuove specie. Egli ritenne che un gran numero di nuove specie indipendenti sia nato in tal modo dall'unione sessuale di due specie differenti. Infatti simili bastardi (*Hybridae*) non sono affatto rari in natura; è ora riconosciuto che un gran numero di specie, per esempio, del genere dei rovi (*Rubus*), dei barbassi (*Verbascum*),

dei salici (*Salix*), dei cardi (*Cirsium*) sono ibridi di differenti specie diquesti generi. Così pure noi conosciamo ibridi di lepri e conigli (due specie del genere *Lepus*), e infine ibridi di differenti specie del genere dei cani (*Canis*), dei cervi (*Cervus*) ecc., i quali sono capaci di propagarsi come specie indipendenti. Anzi varie importanti ragioni ci autorizzano persino a credere che l'*ibridismo è una sorgente molto importante di nuove specie;* e questa sorgente è affatto indipendente dalla scelta naturale per mezzo della quale è nata, secondo il Darwin, la maggior parte delle specie. È verosimile che numerosissime forme animali e vegetali che noi ora portiamo nei nostri registri sistematici come cosidette « *buone specie* » non siano altro che *ibridi fecondi* i quali sono nati affatto accidentalmente per la mescolanza accidentale dei prodotti sessuali di due specie diverse. Questa supposizione è sopratutto giustificata per gli animali e vegetali acquatici. Se si pensa quali masse di cellule spermatiche e di uova di differenti specie vengano continuamente a contatto fra loro nell'acqua sembra che sia aperto con ciò il più largo campo alla produzione di ibridi.

È certo molto notevole che Linneo abbia già ammesso una origine fisiologica (e perciò meccanica) di nuove specie per questa via dell'ibridismo. Essa sta in aperta contraddizione coll'origine soprannaturale di nuove specie per via di creazione, da lui accettata seguendo la cosmogonia mosaica. Una parte delle specie sarebbe dunque nata da una creazione dualistica (teleologica) e l'altra dalla evoluzione monistica (meccanica).

La grande e meritata considerazione che Linneo si era procacciato colla sua classificazione sistematica e coi suoi altri meriti nel campo della biologia fu evidentemente la ragione per cui anche le sue vedute sulla creazione furono senza contrasto completamente e unanimemente accettate in tutto il secolo scorso.

Se tutta la teologia e la botanica sistematica non avessero conservato in modo più o meno invariato la sua suddivisione, classificazione e denominazione delle specie e l'annesso concetto dogmatico di specie, non si comprenderebbe che le sue idee sulla creazione indipendente delle singole specie avessero potuto mantenersi fino a tempi recenti. Poichè quanto più si allargarono le nostre conoscenze sulla struttura e sullo sviluppo degli organismi, tanto più quelle idee si mostrarono insostenibili. Solo per la grande autorità di Linneo e per l'appoggio da lui prestato alle dominanti credenze bibliche fu possibile la conservazione della sua ipotesi sulla creazione fino ai nostri giorni.



TERZA CONFERENZA

Storia della creazione secondo il Cuvier e l'Agassiz.

Importanza teorica generale del concetto di specie. — Differenza della determinazione pratica e teorica del concetto di specie. — Definizione della specie secondo il Cuvier. — Meriti di Cuvier come fondatore dell'anatomia comparata. — Distinzione delle quattro forme principali (tipi o branche) del regno animale del Cuvier e del Baer. — Meriti del Cuvier per la paleontologia. — Sua ipotesi sulle rivoluzioni del globo e sui periodi di creazione divisi da esse. — Cause ignote e soprannaturali di queste rivoluzioni e delle susseguenti nuove creazioni. — Sistema naturale teleologico dell'Agassiz. — Sue idee sul piano di creazione e le sue sei categorie (gradi del sistema). — Vedute dell'Agassiz sull'origine della specie. — Grossolano antropomorfismo del Creatore nell'ipotesi di Agassiz sulla creazione. Intima insostenibilità di quest'ultima e sua contraddizione colle importanti leggi paleontologiche scoperte dallo stesso Agassiz.

Signori!

Il punto capitale del conflitto d'opinioni che divide i naturalisti riguardo all'origine degli organismi, alla loro creazione od al loro sviluppo sta nell'idea che uno si fa della *specie*. O si ritengono, con Linneo, le diverse specie come creazioni autonome indipendenti o si ammette, col Darwin, la loro consanguineità. Quando si condividono le idee di Linneo e si fanno originare le varie specie organiche indipendentemente le une dalle altre, questa origine si può solo figurarsela come una creazione soprannaturale; o si deve ammettere per ogni singolo individuo organico un atto speciale di creazione (il che nessun naturalista vorrà certo concedere), o si devono far discendere tutti gli individui di ogni singola specie da un solo individuo o da un solo paio di progenitori i quali non sarebbero nati per via naturale ma sarebbero stati chiamati all'esistenza dalla parola magica d'un creatore. Ma con ciò si abbandona il terreno sicuro di un ragionevole studio della natura per immergersi nel regno mitologico dei miracoli.

Se per contro si fa riposare, come il Darwin, la somiglianza di forma delle varie specie su vera consanguineità allora si debbono considerare le diverse specie del mondo animale e vegetale come discendenti modificati di un solo o di pochi semplicissimi progenitori. Da questo concetto il sistema naturale degli organismi (il suo disporsi e suddividersi a forma d'albero in classi, ordini, famiglie, generi e specie) riceve l'importanza di un vero albero genealogico le cui radici sono formate da quelle antichissime forme-stipiti estinte da molto tempo. Considerando però in modo naturale e logico gli organismi si può anche, per questi semplicissimi stipiti originarii, ammettere non un atto soprannaturale di creazione ma un'origine per generazione primordiale (*Archigonia* o *generatio spontanea*). Per mezzo del concetto di Darwin sulla natura della specie noi arriviamo ad una *teoria naturale dello sviluppo*, seguendo invece le vedute di Linneo sul concetto di specie noi arriviamo invece ad un *dogma soprannaturale della creazione*.

La maggior parte dei naturalisti che vennero dopo Linneo, che coi suoi grandi meriti nella storia naturale discriminatrice e descrittiva si era procacciata la massima autorità, seguirono le pedate di lui; senza pensare più oltre all'origine degli organismi essi ammisero una generazione indipendente delle singole specie nel senso di Linneo,

ed in accordo col resoconto della creazione fatto da Mosè. La base del loro concetto di specie venne fornita dal detto linneano: vi sono tante specie quante diverse forme sono state primitivamente create. Tuttavia, senza addentrarci ora nella determinazione del concetto di specie, dobbiamo subito osservare che i zoologi e botanici nella pratica sistematica, nella pratica distinzione e denominazione delle specie non si curarono menomamente di quella supposta creazione delle forme originarie di esse ed anche in realtà non potevano preoccuparsene. A questo riguardo uno dei nostri primi zoologi, l'ingegnosissimo Fritz Müller, fa questa giustissima osservazione: « Come nei paesi cristiani vi è un catechismo morale che ognuno ha sulle labbra ma che nessuno si crede obbligato a seguire nè si aspetta di veder seguito dagli altri, così anche la zoologia ha i suoi dogmi che sono tanto generalmente conosciuti quanto sono praticamente sconfessati ». (*Für Darwin*, pag. 71) (16). Un simile dogma sragionevole, ma potente appunto per questo, anzi il più potente di tutti, era sino a poco tempo fa il dogma di Linneo sulla specie. Sebbene la grandissima maggioranza dei naturalisti vi si assoggettasse ciecamente, essi naturalmente non erano mai in grado di poter verificare la origine di tutti gli individui appartenenti ad una specie da quel progenitore comune della specie che doveva esser stato primitivamente creato. Piuttosto tanto i zoologi quanto i botanici nella pratica sistematica si valsero unicamente della *somiglianza di forma* come mezzo per distinguere e denominare le varie specie. Essi collocarono in una specie tutti gli individui che erano di forma molto simili o quasi uguali e che si distinguevano gli uni dagli altri solo per insignificanti differenze di forma. Per contro essi considerarono come specie differenti quegli individui i quali, nella conformazione del loro corpo, presentavano più essenziali o notevoli differenze. Naturalmente con ciò era spalancata la porta al massimo arbitrio nella distinzione sistematica delle specie, poichè siccome gli individui di una specie non possono mai esser tutti perfettamente uguali pezzo per pezzo, ma invece ogni specie varia più o meno, così nessuno poteva dire qual grado di variazione denotasse con sicurezza una « buona specie » e qual grado denotasse solo una varietà.

Necessariamente questo concetto dogmatico di specie e l'arbitrio cui dava adito conducevano alle più insolubili contraddizioni ed alle supposizioni più insostenibili. Ciò si nota già chiaramente in quel naturalista che dopo Linneo ebbe la più grande influenza sul perfezionamento della zoologia, nel celebre Giorgio Cuvier (nato nel 1769). Egli, in complesso, pel modo di comprendere e determinare il concetto di specie si unì a Linneo e condivise le sue idee sulla creazione indipendente delle singole specie. Il Cuvier ritenne così importante l'invariabilità di esse che si lasciò andare a questa insensata affermazione: « La costanza della specie è una condizione necessaria per l'esistenza di una storia naturale scientifica ». Non bastandogli la definizione linneana della specie egli cercò di determinarne il concetto in modo più preciso e più utilizzabile nella pratica sistematica e diede la definizione seguente: « Appartengono ad una specie tutti quegli individui di animali o di piante dei quali si può verificare la discendenza gli uni dagli altri o da progenitori comuni, oppure che sono così simili come questi lo sono fra di loro ».

Il pensiero del Cuvier a tal riguardo era press'a poco questo: « In quegli individui organici che noi sappiamo essere originati da uno stesso progenitore, in quelli cioè la cui comune origine è praticamente riconoscibile, non vi può esser dubbio che essi non appartengano alla stessa specie, per quanto essi possano più o meno variare o possano essere più o meno uguali fra loro od anche molto disuguali. Nello stesso modo devono anche appartenere alla stessa specie tutti quegli individui che non sono più diversi da

questi ultimi (riconosciuti empiricamente come aventi un progenitore comune) di quello che questi ultimi non siano diversi fra loro ». Osservata più attentamente questa definizione mostra subito di non essere nè teoricamente, nè praticamente più applicabile. Il Cuvier con questa definizione prese a girare nel circolo vizioso in cui si sono aggirate quasi tutte le definizioni posteriori della specie, le quali hanno per base l'immutabilità.

Vista la straordinaria importanza che Giorgio Cuvier si è acquistata nella storia naturale degli organismi, vista la quasi illimitata egemonia che le sue idee hanno esercitato nella zoologia durante la prima metà del nostro secolo, sembra opportuno di spiegare qui un po' più la sua influenza. Ciò è tanto più necessario in quanto che noi in Cuvier abbiamo da combattere il più importante avversario della teoria della discendenza e del concetto monistico della natura.

Fra i molti ed importanti meriti del Cuvier primeggiano sopratutto quelli che egli si è acquistato come fondatore dell'*Anatomia comparata*. Mentre Linneo aveva basata la distinzione delle specie, dei generi, ordini e classi su pochi caratteri facili a trovare, risiedenti nel numero, nella grandezza, nella posizione e nell'aspetto di singole parti del corpo, il Cuvier si addentrò molto più nell'intimo della struttura. Egli verificò la esistenza di grandi e profonde differenze nell'interna struttura degli animali e ne fece la base essenziale del loro studio scientifico e della loro classificazione. Nelle classi degli animali egli distinse delle famiglie naturali e sulla loro anatomia comparata fondò il suo sistema naturale del regno animale.

Dal sistema artificiale di Linneo al sistema naturale di Cuvier, il progresso fu straordinariamente importante. Linneo aveva ordinati tutti gli animali in una sola serie che egli divise in sei classi, due di invertebrati e quattro di vertebrati. Egli le divise artificialmente secondo la natura del sangue e del cuore. Il Cuvier, per contro, mostrò che bisognava distinguere nel regno animale quattro grandi divisioni primarie naturali che egli chiamò forme principali, piani generali o rami del regno animale. Questi *embranchements* sono: 1° i vertebrati (*vertebrata*), 2° gli articolati (*articulata*), 3° i molluschi (*mollusca*) e 4° i raggiati (*radiata*). Cuvier mostrò inoltre come in ciascuno di questi quattro rami sia riconoscibile uno speciale piano di costruzione o tipo che lo distingue da ognuno degli altri tre rami. Nei vertebrati tale tipo è espresso nettamente dalla natura dello scheletro interno come pure dalla posizione o struttura del midollo spinale, senza contare molte altre particolarità. Gli articolati sono caratterizzati dalla loro catena gangliare ventrale o dalla posizione dorsale del loro cuore. Per i molluschi è caratteristica la forma del corpo che è fatto a mo' di sacco e non articolato. I raggiati finalmente si distinguono dai tre altri tipi perchè il loro corpo è composto da quattro o più divisioni (parameri) raggiatamente riunite.

Generalmente si attribuisce solo al Cuvier la distinzione di questi quattro tipi animali, la quale fu estremamente profittevole all'ulteriore sviluppo della zoologia. Tuttavia questo pensiero fu espresso quasi contemporaneamente ed indipendentemente dal Cuvier, da uno dei più grandi naturalisti tedeschi, von Baer, che per la storia dello sviluppo degli animali ebbe meriti eccezionali. Il Baer mostrò che anche nel modo di sviluppo degli animali si debbono distinguere quattro forme principali o tipi (20). Questi corrispondono ai quattro tipi di struttura che il Cuvier aveva distinto negli animali fondandosi sull'anatomia comparata. Così, per esempio, nello sviluppo individuale di tutti i vertebrati dall'uovo, si vede sino dal principio una tale corrispondenza fondamentale che gli embrioni dei singoli vertebrati (per esempio dei rettili, uccelli e mammiferi) nei primi tempi non si possono affatto distinguere gli uni dagli

altri. Solo nel corso ulteriore dello sviluppo appaiono poco alla volta le profonde differenze di forma che distinguono fra di loro quelle diverse classi ed i loro ordini. Così pure l'embrione che si forma nello sviluppo individuale degli articolati (insetti, ragni, gamberi) è sino dal principio uguale in tutte queste forme, diverso per contro da quello dei vertebrati. Lo stesso dicasi, con certe limitazioni, dei molluschi e dei raggiati.

Nè il Baer che giunse alla distinzione dei quattro tipi animali fondandosi sulla storia dello sviluppo individuale (od ontogenesi), nè il Cuvier che vi giunse per la via dell'anatomia comparata, non riconobbero la vera causa di questa differenza tipica. Questa causa ci viene svelata solo dalla teoria della discendenza. La rassomiglianza meravigliosa e realmente sorprendente che notiamo nella interna organizzazione, nei rapporti anatomici di struttura, e la corrispondenza ancora più notevole nello sviluppo individuale di tutti gli animali i quali appartengono ad uno stesso tipo, per esempio al ramo dei vertebrati, si spiegano nel modo più semplice ammettendo una comune discendenza di essi da un unico stipite. Quando non si voglia ammettere ciò, quella profonda corrispondenza che mostrano nella loro interna struttura e nel modo di sviluppo i più diversi vertebrati, rimane perfettamente inesplicabile. Essa può solo essere spiegata coll'*eredità*.

Oltre che nell'*Anatomia comparata* e nella *Zoologia sistematica* nuovamente fondata su di essa, il Cuvier si acquistò sopratutto meriti grandissimi nello studio dei petrefatti o *Paleontologia*. Noi dobbiamo tanto più pensare a questi in quanto che appunto le idee di Cuvier sulla paleontologia e anche sulla geologia nella prima metà del nostro secolo furono tenute quasi generalmente nella massima considerazione e misero i più grandi ostacoli allo sviluppo della storia naturale della creazione.

Le *pietrificazioni*, la cui conoscenza scientifica fatta nel principio del presente secolo dovette al Cuvier i suoi maggiori progressi, e che per quanto riguarda i vertebrati fu fondata da lui su nuove basi, hanno nella « storia naturale della creazione » un'importanza affatto particolare; poichè queste impronte e reliquie di animali e vegetali estinti conservatici in istato pietrificato sono le vere « medaglie della creazione », i *testi* infallibili ed indiscutibili che formano l'incrollabile fondamento per una vera *storia* degli organismi. Tutte le reliquie ed impronte pietrificate o fossili ci dànno notizie della forma e della struttura di animali e di piante, che sono i precursori od antenati degli organismi ora viventi, oppure linee laterali estinte che più presto o più tardi si sono diramate insieme cogli organismi or viventi da un tronco comune.

Questi testi primitivi, il cui valore per la storia della creazione è inapprezzabile, hanno avuto per molto tempo una parte affatto secondaria nella scienza. Certamente la loro vera natura era già stata giustamente riconosciuta più d'un mezzo millennio avanti Cristo, e ciò per opera del grande filosofo greco Xenofane di Colofone, quello stesso che fondò la cosidetta filosofia eleatica e che per la prima volta dimostrò con chiarezza convincente che tutti i concetti che si possono avere di divinità personali poggiano su un antropomorfismo più o meno grossolano. Xenofane emise per la prima volta l'affermazione che tutte le impronte fossili di animali o di piante sono i veri resti di esseri anticamente viventi e che le montagne, nelle cui roccie esse si trovano, devono prima essersi formate sott'acqua. Ma sebbene anche altri grandi filosofi dell'antichità, e fra questi specialmente Aristotele, abbiano condiviso quella giusta idea, tuttavia durante il rozzo medio evo e, presso vari naturalisti, ancora nel secolo scorso rimase dominante l'idea che le pietrificazioni siano cosidetti giuochi di natura (*lusus naturae*) o prodotti di un'ignota forza formativa della natura, di uno sforzo creativo (*nisus*

formativus, vis plastica). Sull'essenza e sull'azione di questa enigmatica e mistica virtù formativa si ebbero le più fantastiche idee. Alcuni credettero che questa forza creatrice, alla quale attribuivano anche l'origine delle specie viventi di animali e piante, avesse fatto numerosi tentativi per produrre organismi di diverse forme, che questi tentativi fossero però solo in parte riusciti, spesso però andati a male, e che le pietrificazioni siano tali tentativi non riusciti. Stando ad altri le pietrificazioni sarebbero dovute all'influsso delle stelle nell'interno della terra. Altri ebbero concetti ancora più grossolani, immaginandosi cioè che il Creatore avesse fatto dapprima con sostanze minerali, per esempio con calce od argilla, dei modelli preliminari di quelle forme animali e vegetali che egli formò poi più tardi con sostanza organica inspirandovi il suo soffio vivente; i pietrefatti sarebbero tali rozzi modelli anorganici. Persino ancora nel secolo precedente erano sparse tali rozze idee, e si ammise per esempio una speciale aura seminale (*aura seminalis*) che penetrerebbe nella terra insieme coll'acqua, e che per fecondazione formerebbe i pietrefatti, la « carne minerale » (*caro fossilis*).

Passò, come vedete, un tempo ben lungo prima che acquistasse credenza la semplice e naturale idea che le pietrificazioni non siano veramente altro da quello che appaiono anche a colpo d'occhio, i resti inalterati di organismi estinti. Per vero, il celebre pittore Leonardo da Vinci, già nel secolo decimoquinto, osò affermare che il fango, il quale costantemente si depone dall'acqua, sia la causa delle pietrificazioni includendo le conchiglie calcaree dei molluschi e gradatamente indurendosi a formare una roccia solida. Lo stesso affermò pure nel decimosesto secolo un vasaio parigino, Palissy, il quale si rese famoso per la sua scoperta della porcellana. Ma i cosidetti « dotti di professione » erano ben lontani dall'apprezzare queste rette concezioni della sana ragione, e solo verso la fine del secolo precedente, durante la fondazione della geologia nettunica, per opera di Werner esse acquistarono universale credenza.

La fondazione della esatta scienza paleontologica avvenne tuttavia solo nel principio del nostro secolo, quando il Cuvier pubblicò le sue ricerche classiche sui vertebrati pietrificati, e il suo grande avversario Lamarck pubblicò le sue importanti ricerche sugli invertebrati fossili e sopratutto sui molluschi pietrificati. Nella sua celebre opera *Sugli ossami fossili* dei vertebrati, specialmente dei mammiferi e dei rettili, arrivò già Cuvier al riconoscimento di alcune molto importanti leggi paleontologiche generali le quali acquistarono grande significazione per la storia della creazione. Ad esse appartiene prima di tutto il dato, che le specie animali estinte, delle quali noi troviamo i resti pietrificati nei diversi strati sovrapposti della crosta terrestre, si distinguono tanto maggiormente dalle specie animali affini ancora oggi viventi quanto maggiore è la profondità a cui giaciono quegli strati, cioè quanto più anticamente erano vissuti nei tempi anteriori quegli animali. In fatto, in ogni sezione trasversale della scorza terrestre stratificata, noi troviamo che i diversi strati, deposti in determinata serie cronologica dall'acqua, sono caratterizzati da fossili diversi, e noi troviamo inoltre che questi organismi estinti diventano tanto più simili a quelli dei tempi nostri quanto più noi risaliamo nella serie degli strati, cioè quanto più vicino è il periodo della storia terrestre in cui essi vissero, morirono e furono inclusi dagli strati di fango che si deponevano ed indurivano.

Per quanto importante fosse da un lato questa generale osservazione del Cuvier, essa, d'altra parte, fu per lui la sorgente di un errore pieno di gravi conseguenze. Infatti egli ritenne che i fossili che caratterizzano ognuno dei grandi gruppi di strati che erano stati deposti durante uno dei grandi periodi della storia terrestre siano interamente diversi da quelli che si trovano nei gruppi di strati giacenti sopra e sotto

di quello, e credette perciò erroneamente che una stessa specie di animali non si ritrovi mai in due gruppi di strati susseguentisi. Così egli arrivò al concetto falso, che servì di norma alla maggior parte dei naturalisti che vennero dopo, che una serie di periodi di creazione affatto differenti si siano susseguiti l'uno l'altro. Ogni periodo avrebbe posseduto un mondo animale e vegetale affatto proprio, una fauna ed una flora specifiche, particolari ad esso. Il Cuvier si immaginò che l'intera storia della terra sin dal tempo in cui apparvero esseri viventi alla sua superficie si dividesse in una quantità di periodi o divisioni principali completamente separate, e che i singoli periodi fossero distinti gli uni dagli altri da particolari sconvolgimenti di ignota natura, le cosidette rivoluzioni (cataclismi o catastrofi). Ogni rivoluzione avrebbe dapprima portata la completa distruzione del mondo animale e vegetale allora vivente, dopo di che avrebbe avuto luogo una creazione di forme organiche al tutto nuova. Un nuovo mondo di animali e piante specificamente affatto differenti da quelli dei periodi precedenti sarebbe stato d'un tratto chiamato alla vita. Anche questo poi avrebbe popolato il globo solo per una serie di millennii finchè subitamente sopravvenisse una nuova rivoluzione che lo annientasse.

Riguardo alla natura ed alle cause di queste rivoluzioni il Cuvier disse espressamente che noi non ce ne possiamo fare alcuna idea e che le forze naturali che oggidì sono in attività non servono a spiegarle. In fatto di forze naturali od agenti meccanici che presentemente in modo costante sebben lento lavorano a modificare la superficie terrestre, il Cuvier menziona quattro fattori: 1° la *pioggia* che lava le falde dei monti ed ammassa delle alluvioni al loro piede; 2° le *acque correnti* che trasportano queste alluvioni e le depongono sotto forma di fango nelle acque ferme; 3° il *mare* le cui onde rodono le coste scoscese e coprono di dune le costiere piatte; 4° infine i *vulcani* che attraversano gli strati della scorza terrestre indurita e si innalzano in alto ammucchiando e disperdendo i loro prodotti eruttivi. Mentre il Cuvier ammette il costante, lento modificarsi della odierna superficie terrestre per azione di questi quattro potenti fattori, egli afferma in pari tempo che essi non sarebbero bastati a produrre le rivoluzioni terrestri dei tempi primitivi, e che non si possa per mezzo della necessaria azione di quegli agenti meccanici spiegare la struttura anatomica della intera scorza terrestre: che anzi quei meravigliosi, grandi sconvolgimenti di tutta la superficie terrestre siano stati prodotti da cause particolari, a noi interamente ignote, che queste rivoluzioni rompessero l'ordinaria catena di fenomeni cambiando l'andamento della natura.

Queste vedute vennero esposte dal Cuvier in un libro speciale « sulle rivoluzioni del globo e sui mutamenti che esse hanno prodotto nel regno animale ». Tali vedute furono per lungo tempo generalmente condivise e diventarono il più grande impedimento allo sviluppo di una storia naturale della creazione. Infatti, se realmente erano succedute simili catastrofi che annientavano tutto, naturalmente non potevasi in alcun modo ammettere una continuità nello sviluppo delle specie, un legame nella storia degli organismi terrestri e allora si dovette cercare il punto di partenza nell'azione di forze soprannaturali ed ammettere l'intervento del miracolo nel corso naturale delle cose. Solo un miracolo poteva aver prodotte le rivoluzioni del globo, e solo un miracolo poteva, dopo che queste erano finite, creare un nuovo mondo di piante e di animali. Tuttavia nelle scienze naturali non hanno posto i miracoli in quanto per miracolo si intenda un intervento di forze soprannaturali nella evoluzione naturale della materia.

La grande autorità che Linneo si era acquistata col nominare e distinguere sistematicamente le specie organiche aveva condotto, presso i suoi successori, ad una

completa cristallizzazione del concetto sistematico di specie e ad un uso completamente falso della distinzione specifica; così pure i grandi meriti che si era fatti il Cuvier nella conoscenza e distinzione delle specie estinte furono la causa che si accettasse universalmente la sua teoria delle rivoluzioni o catastrofi ed i concetti fondamentalmente falsi sulla creazione che vi sono annessi. In seguito a ciò la maggior parte dei zoologi e dei botanici durante la prima metà del nostro secolo si attennero tenacemente all'opinione che abbia esistita una serie di periodi indipendenti della storia organica della terra, che ogni periodo sia stato caratterizzato da una popolazione determinata ed affatto sua propria di specie animali e vegetali, che questa alla fine di quel periodo sia stata annientata da una rivoluzione generale, e che dopo cessata quest'ultima, sia nuovamente stato creato un mondo nuovo, specificamente distinto, di animali e di piante. Certo già di buon'ora alcune teste indipendenti e, prima di tutti, il grande filosofo-naturalista Lamarck fecero valere una serie di argomenti validi che contraddicevano questa teoria cuvieriana delle catastrofi, e che invece dimostravano piuttosto uno sviluppo affatto connesso ed ininterrotto dell'intera popolazione organica terrestre di tutti i tempi. Essi affermarono che le specie di animali e di piante dei singoli periodi originavano da quelle del periodo immediatamente precedente ed erano solo i discendenti modificati di queste ultime. Frattanto contro alla grande autorità di Cuvier questa giusta opinione non potè ancora in quel tempo farsi strada. Anzi persino dopo che coll'apparizione, nel 1830, dei classici *Principii di geologia* di Lyell la teoria cuvieriana delle catastrofi fu interamente messa fuori dal dominio della geologia, rimasero tuttavia in vigore nel dominio della paleontologia le sue vedute sulla diversità specifica delle varie creazioni organiche.

Per un caso singolare accadde trent'anni fa che quasi nello stesso tempo in cui la teoria di Cuvier sulla creazione riceveva dall'opera del Darwin il suo colpo di grazia, un altro celebre naturalista intraprendesse il còmpito di rifondarla di nuovo e di presentarla nella forma più esplicita come parte di un sistema naturale teologico-teleologico. Infatti il geologo svizzero Luigi Agassiz che è salito in grande fama per le sue teorie sui ghiacciai e sull'epoca glaciaria tolte da Schimper e Charpentier, e che visse per una serie di anni nell'America del Nord (morto nel 1873), cominciò nel 1858 la pubblicazione di un grandioso lavoro che porta per titolo: *Contribuzioni alla storia naturale degli Stati Uniti dell'America del Nord*. Il primo volume di questa storia naturale che, grazie al patriottismo degli Americani, ebbe uno spaccio straordinario per un'opera così grande e costosa, porta il titolo: *Saggio sulla classificazione*. In questo saggio l'Agassiz non solo tratta il sistema naturale degli organismi ed i diversi tentativi di classificazione dei naturalisti tendenti a quel sistema, ma anche tutte le questioni di biologia generale che hanno relazione con esso. Lo sviluppo degli organismi, tanto quello embriologico quanto quello paleontologico, i fatti dell'anatomia comparata, poi l'economia generale della natura, la distribuzione geografica e topografica degli animali e delle piante, in somma, quasi tutti i gruppi di fenomeni generali della natura organica sono trattati nel saggio sulla classificazione dell'Agassiz; essi vengono tutti spiegati in un senso e da un punto di vista che sta nella più aperta contraddizione con quello del Darwin.

Il merito principale del Darwin sta nell'aver assegnato cause *naturali* all'origine delle specie di piante e di animali, e con ciò nell'aver esteso il concetto meccanico o monistico anche a questa difficile parte della storia della creazione. L'Agassiz per contro si sforza dappertutto di escludere assolutamente ogni processo meccanico da tutto questo territorio e di metter dappertutto al posto delle forze naturali della

materia l'intervento di un creatore personale e con ciò di far valere un concetto decisamente teleologico o dualistico. Già per questo motivo appare certamente ragionevole che io qui esamini alquanto più da vicino i concetti biologici dell'Agassiz ed in special modo, le sue idee sulla creazione. Ciò vien tanto più acconcio in quanto che nessun'altra opera dei nostri avversari tratta con pari estensione quelle importanti e generali questioni fondamentali e nello stesso tempo vi risulta nel modo più evidente la completa insostenibilità dei loro concetti dualistici.

La *specie* organica il cui diverso concetto è, come abbiamo detto più sopra, il cardine delle idee fra loro opposte che si hanno sulla creazione, viene considerata dall'Agassiz, come lo fu dal Linneo e dal Cuvier, come una forma invariabile in tutti i suoi caratteri essenziali; per vero le specie possono variare entro stretti limiti ma solo in particolarità secondarie, mai in essenziali. Mai non può dalle varietà di una specie nascere un'altra specie veramente nuova. Nessuna dunque fra tutte le specie organiche nasce mai da un'altra, piuttosto ogni singola specie è stata invece creata separatamente da Dio. Ogni singola specie animale è, così si esprime l'Agassiz, l'incarnazione di un pensiero creativo divino.

Noi sappiamo dai dati paleontologici che la durata delle singole specie organiche è estremamente diversa e che molte specie trapassano immutate per varii periodi consecutivi della storia della terra, mentre altre vissero solo durante una piccola frazione di questi periodi. In aperta opposizione con questi fatti afferma l'Agassiz che mai una stessa specie appaia in due periodi diversi, che invece ogni singolo periodo sia caratterizzato da una popolazione di animali e di vegetali affatto particolare ed appartenente esclusivamente ad esso. Egli condivide infine l'opinione del Cuvier che al fine di ogni periodo l'intera popolazione di esso sia distrutta dalle grandi ed universali rivoluzioni della superficie terrestre e che dopo lo scomparire di quella ne sia stata creata una nuova specificamente differente. Questa nuova creazione accade, secondo l'Agassiz, per modo che ogni volta dal Creatore sia messa improvvisamente al mondo in modo complessivo l'intera popolazione terrestre col suo definito numero di individui e coi rapporti reciproci richiesti dall'economia della natura. Con ciò egli si mette in opposizione con una delle più fondate ed importanti leggi della geografia animale e vegetale, colla legge cioè che ogni specie possiede un solo sito primitivo d'origine o un cosidetto centro di creazione, dal quale essa si è sparsa gradatamente sulla sua area di distribuzione. Per contro l'Agassiz fa creare ogni specie in differenti punti della superficie terrestre e subito in un grande numero di individui.

Il *sistema naturale degli organismi* le cui diverse categorie ordinate le une sopra le altre, tipi, classi, ordini, famiglie, generi e specie, sono considerate da noi, secondo la dottrina della discendenza, come diversi rami e ramoscelli dello *stipite organico* comune, è, secondo l'Agassiz, l'immediata espressione di un piano divino; quando un naturalista scruta il sistema naturale egli ripete i pensieri creativi di Dio. In ciò l'Agassiz trova la più valida prova che l'uomo è l'immagine ed il figlio di Dio. Le diverse categorie del sistema naturale corrispondono ai diversi stadi di perfezione raggiunti dal piano creativo divino. Nello schizzare e nel metter in opera questo piano il Creatore partendo da idee creative generalissime si approfondì sempre più nelle singole particolarità. Per ciò che riguarda, per esempio, il regno animale, nel crearlo Dio ebbe dapprima quattro idee fondamentalmente diverse di corpi animali, che egli incarnò nei diversi piani di costruzione delle quattro grandi forme fondamentali, tipi o branche del regno animale, cioè nei vertebrati, articolati, molluschi e raggiati.

Pensando poi il Creatore in qual modo egli avrebbe potuto variamente elaborare questi quattro diversi piani, egli creò dapprima entro ognuno dei quattro tipi varie classi differenti, per esempio nella classe dei vertebrati i mammiferi, uccelli, rettili, anfibi e pesci. In seguito Dio si approfondì nelle singole classi e con diverse gradazioni nella struttura di ogni classe ne ricavò i suoi singoli ordini. Con ulteriori variazioni della forma dell'ordine egli creò le famiglie naturali. Avendo poi il Creatore variato in ogni famiglia le ultime particolarità di struttura di singole parti ne nacquero i generi. All'ultimo poi Dio elaborando ulteriormente il suo piano di creatore andò così nel particolare che vennero a vita le singole specie. Queste son dunque i pensieri creativi incarnati di natura speciale. Con ciò è solo da deplorare che il Creatore abbia espresso questi suoi specialissimi e pensatissimi « concetti creativi » in modo così oscuro e indeciso e che abbia loro impresso uno stampo così sbiadito e un permesso di variare così libero che non c'è naturalista che sia in caso di distinguere nettamente le « buone » dalle « cattive specie », le vere « specie » dalle varietà, razze, ecc.

Voi vedete che Dio, nella concezione dell'Agassiz, nel ricavare le forme organiche procede esattamente come un architetto umano che si sia proposto lo scopo di immaginare e costruire degli edifizi diversi nel più gran numero possibile, negli stili più svariati, nei gradi più diversi di semplicità, magnificenza, grandezza e perfezione. Questo architetto per tutti questi edifizi impiegherebbe dapprima quattro stili diversi, per esempio il gotico, il bisantino, il moresco ed il chinese. Secondo ognuno di questi stili egli costruirebbe una quantità di chiese, palazzi, caserme, prigioni e case da pigione. Tutte queste varie sorta di edifizi sarebbero da lui eseguite in forme più rozze o più perfette, più grandi o più piccole, semplici o sfarzose ecc. Tuttavia l'architetto umano sarebbe forse in condizioni ancora migliori che il Creatore divino poichè a lui sarebbe lasciata la libertà di fissare il numero delle categorie. Per contro il Creatore, secondo l'Agassiz, si deve sempre contenere nelle sopradette sei categorie, nella specie, il genere, la famiglia, l'ordine, la classe ed il tipo. Fuori di queste sei categorie per lui non c'è altro.

Leggendo nell'opera stessa di Agassiz sulla classificazione l'ulteriore svolgimento e la dimostrazione di queste singolari idee, voi potrete appena concepire come si possa con tutta l'apparenza della serietà scientifica, portare così oltre l'antropomorfismo del Creatore divino, e, spingendosi nelle particolarità, darne un'immagine affatto fantastica. In tutta questa serie di concetti il Creatore non è altro che un uomo onnipotente il quale oppresso dalla noia si diverte nel pensare e costruire i più molteplici giocattoli, le specie organiche. Dopo di essersi divertito con esse per una serie di millennii, esse gli vengono a noia; allora egli le distrugge con una rivoluzione generale della superficie terrestre, mandando a catafascio questi giocattoli inutili; e poi, per passare il tempo con qualche cosa di nuovo e di migliore, egli chiama alla vita un nuovo e più completo mondo di piante e di animali. Tuttavia, per non ricominciare da capo la fatica di tutto il lavoro di creazione, egli conserva all'ingrosso il piano di creazione primitivamente pensato, e non crea più altro che nuove specie od al più nuovi generi, molto più raramente nuove famiglie, ordini od anche classi. Ad un nuovo tipo o stile non arriva mai. Con ciò egli seguita a contenersi strettamente entro quelle sei categorie.

Dopochè il Creatore, sempre secondo l'Agassiz, si fu divertito per milioni di millennii a fabbricare e distruggere una serie di diverse creazioni, gli viene finalmente, molto tardi per verità, la buona idea di creare il suo simile, ed egli forma l'uomo a

sua immagine! Così è raggiunto lo scopo finale di tutta la creazione e la serie delle rivoluzioni terrestri resta chiusa. L'uomo, il figlio ed immagine di Dio, gli dà tanto da fare, gli procura tanto piacere e tanta pena che egli ora non si annoia più e non ha più bisogno di una nuova creazione. Quando, come fa l'Agassiz, si dànno in tal modo al Creatore degli attributi e proprietà affatto umane e si considera la sua opera affatto analogamente ad un'opera umana si è necessariamente costretti ad accettare anche queste assurde conseguenze.

Le molte contraddizioni intime e le assurdità flagranti dei concetti di Agassiz sulla creazione, i quali lo condussero necessariamente alla più decisa opposizione contro la dottrina della discendenza, devono tanto più destare il nostro stupore inquantochè egli nei suoi lavori scientifici anteriori ha realmente sotto molti rapporti preparato il campo al Darwin, sopratutto pei suoi lavori paleontologici. Fra le numerose ricerche che procurarono presto alla giovane paleontologia la generale attenzione, quelle dell'Agassiz, sopratutto la celebre opera *Sui pesci fossili*, stanno da pari coi lavori fondamentali del Cuvier. Non solo i pesci fossili che l'Agassiz ci ha fatto conoscere hanno acquistato una estrema importanza per farci comprendere l'intero gruppo dei vertebrati e la loro evoluzione storica, ma noi siamo ancora per mezzo loro al sicuro riconoscimento di importanti e generali leggi dello sviluppo. L'Agassiz ha particolarmente insistito sul notevole parallelismo che esiste fra lo sviluppo embrionale e quello paleontologico, fra l'ontogenesi e la filogenesi. Questa significantissima corrispondenza, già riconosciuta dall'antica filosofia, io l'ho già anteriormente (pag. 17) considerata come uno dei più solidi sostegni della dottrina della discendenza. Nessuno aveva sino allora rilevato così determinatamente come fece l'Agassiz il fatto che fra i vertebrati erano dapprima esistiti solo i pesci, che solo più tardi erano apparsi gli anfibi e solo molto più recentemente gli uccelli ed i mammiferi, che infine dei mammiferi come dei pesci erano apparsi dapprima ordini inferiori, imperfetti, e solo più tardi quelli più perfetti ed elevati. Mostrò così l'Agassiz che l'evoluzione paleontologica dell'intero gruppo dei vertebrati è parallela non solo alla evoluzione embrionale, ma anche alla evoluzione sistematica, cioè alla gradazione che noi nel sistema vediamo dappertutto salire dalle classi, ordini, ecc. inferiori alle superiori. Dapprima nella storia della terra appaiono solo forme inferiori, solo più tardi forme superiori. Questo fatto importante si spiega, come la corrispondenza fra lo sviluppo embriologico e paleontologico, in modo affatto semplice e naturale colla teoria della discendenza, mentre senza di essa rimane affatto inesplicabile.

Lo stesso dicasi finalmente della grande legge dello *sviluppo progressivo*, del progresso storico dell'organizzazione, che è visibile in complesso nella consecuzione storica di tutti gli organismi, come pure nel particolare perfezionamento di singole parti del corpo animale. Così, per esempio, lo scheletro dei vertebrati raggiunse solo lentamente, poco alla volta e gradatamente l'alto grado di perfezione che esso possiede ora nell'uomo e negli altri vertebrati superiori. Ma questo progresso riconosciuto di fatto dall'Agassiz segue come conseguenza necessaria della dottrina della scelta naturale fondata dal Darwin la quale trova le cause efficienti di esso. Se questa dottrina è esatta, allora la perfezione e la molteplicità delle specie di animali e piante deve necessariamente nel corso della storia organica della terra accrescersi man mano e solo nei tempi più recenti essa potè raggiungere la sua più alta perfezione.

Tutte le leggi generali dello sviluppo or ora accennate, ed ancora alcune altre sulle quali l'Agassiz ha giustamente insistito riconoscendole espressamente e che in

parte egli stesso ha primitivamente stabilite, sono solo spiegabili, come vedrete più tardi, per mezzo della teoria della discendenza; senza di essa rimangono interamente incomprensibili. Solo l'azione reciproca dell'eredità e dell'adattamento sviluppata dal Darwin può esserne la vera causa. Per contro esse stanno tutte in assoluta ed inconciliabile opposizione colle ipotesi di creazione delle quali abbiamo finora parlato e con qualsivoglia concetto di un'attività finalistica di un Creatore personale. Se si vogliono sul serio spiegare con questi ultimi quei rimarchevoli fenomeni e le loro intime connessioni, si finisce necessariamente per cadere nel concetto che il Creatore stesso si sia sviluppato in uno colla natura organica da lui creata e foggiata. È impossibile allora liberarsi dell'idea che il Creatore stesso, a mo' di un organismo umano, abbia schizzato i suoi piani, li abbia corretti ed infine eseguiti con molte variazioni. « L'uomo cresce colla nobiltà del suo scopo ». Sebbene dalla riverenza con cui l'Agassiz ad ogni pagina parla del Creatore, possa parere che noi arriviamo con ciò al più elevato concetto della sua azione sulla natura, in realtà è il contrario che accade. Il Creatore divino è con ciò abbassato al livello di un uomo idealizzato, di un organismo che progredisce nel suo sviluppo. In fondo, in questo basso concetto, Dio non è altro che un « vertebrato allo stato gazoso ».

Vista la grande diffusione dell'opera dell'Agassiz e l'attenzione che suscitò giustificate ampiamente dalla considerazione dei meriti scientifici anteriori dell'autore, ho creduto mio dovere di rilevare qui in breve la completa insostenibilità delle vedute generali che vi sono esposte. Come storia scientifica della creazione questo libro è interamente sbagliato. Esso ha però grande valore rappresentando il solo tentativo *ex professo* ed accompagnato da prove scientifiche che sia stato fatto nei tempi recenti da un segnalato naturalista per fondare una storia teleologica o dualistica della creazione. Con ciò viene messa chiaramente davanti agli occhi di ognuno l'intima impossibilità di esso. Nessun avversario dell'Agassiz avrebbe potuto confutare così pienamente il concetto dualistico da lui svolto della natura organica e della sua origine come a lui stesso è riuscito per mezzo delle intime contraddizioni che dappertutto vi risaltano.

Gli avversarii del concetto monistico o meccanico hanno salutato con gioia l'opera dell'Agassiz e vi vedono una completa dimostrazione dell'immediata attività creatrice di un Dio personale. Ma essi non si accorgono che questo Creatore personale non è altro che un organismo idealizzato avente attributi umani. Questo basso concetto dualistico della Divinità corrisponde ad uno stadio inferiore di sviluppo dell'organismo umano. L'uomo moderno più altamente sviluppato è capace e degno di quello infinitamente più nobile e più elevato concetto di Dio che solo è compatibile colle idee monistiche e che vede lo spirito e la forza di Dio in tutti i fenomeni senza eccezione. Questa idea monistica della divinità, idea che ha per sè l'avvenire, fu già un dì espressa da Giordano Bruno con queste parole: « In tutte le cose si trova uno spirito, e non vi è corpo così piccolo che non contenga in sè una parte della sostanza divina da cui viene animato ». Questa idea nobilitata della Divinità è il fondamento di quella religione con cui hanno pensato e vissuto le più nobili menti dell'antichità e dei tempi moderni, il *panteismo;* ed è di essa che il Goethe ha detto: « Certo non v'ha più nobile adorazione di Dio di quella che non ha bisogno di alcuna immagine, ma che invece nasce nel nostro seno dal colloquio colla natura ». Con questa idea noi arriviamo all'elevato concetto panteistico dell'*unità di Dio e della natura.*

QUARTA CONFERENZA

Teoria dell'evoluzione secondo Goethe ed Oken.

Insufficienza scientifica di ogni concetto d'una creazione delle singole specie. — Necessità delle opposte teorie evolutive. — Sguardo storico sulle più importanti teorie evolutive. — Filosofia greca. — Importanza della filosofia naturale. — Goethe. — Suoi meriti come naturalista. — Sua metamorfosi delle piante. — Sua teoria vertebrale del cranio. — Sua scoperta dell'intermascellare nell'uomo. — Interessamento di Goethe alla disputa fra Cuvier e Geoffroy Saint-Hilaire. — Scoperta di Goethe dei due agenti di creazione organica, della tendenza a conservare la specie (eredità) e della tendenza alla metamorfosi progressiva (adattamento). — Vedute di Goethe sulla comune origine di tutti i vertebrati compreso l'uomo. — Teoria evolutiva di Goffredo Reinhold Treviranus. — Suo concetto monistico della natura. — Oken. — Sua filosofia naturale. — Sua idea dell'*Urschleim* (teoria del protoplasma) e degli infusori (teoria cellulare).

Signori!

Tutte le varie idee che noi possiamo farci di una origine autonoma, indipendente delle singole specie organiche per via di una creazione riposano, considerandole bene, su un cosidetto antropomorfismo, esse devono necessariamente condurre a veder nel Creatore un uomo, come noi abbiamo già mostrato nell'ultima conferenza. In esse il Creatore diventa un organismo che si delinea un piano, lo ripensa e lo modifica e, finalmente, eseguisce su questo piano le creature come un architetto umano farebbe delle sue costruzioni. Dal fatto che anche naturalisti così segnalati come Linneo, Cuvier e Agassiz, i principali rappresentanti della ipotesi dualistica della creazione, non poterono arrivare ad alcun concetto soddisfacente, risalta chiaramente l'insufficienza di tutti quei concetti che vogliono far derivare la molteplicità della natura organica da una simile creazione delle singole specie. Per vero alcuni naturalisti, che videro quanto c'era di non soddisfacente scientificamente in queste idee, hanno cercato di sostituire il concetto di un creatore personale con quello d'una forza naturale creatrice che agisse inconsciamente; frattanto quest'espressione è evidentemente un puro modo di dire, una circonlocuzione, finchè non sia più precisamente indicato in che consista questa forza naturale e come essa agisca. Perciò anche questi tentativi non hanno affatto avuto corso nella scienza. Piuttosto si è stati costretti, dopo aver accettata l'idea d'una origine indipendente delle diverse forme di animali e di piante, a ricorrere sempre ad altrettanti atti creativi, cioè a miracoli, ad intervento soprannaturale del Creatore nel corso naturale delle cose, che nel resto procede senza la sua cooperazione.

Veramente diversi naturalisti teleologici, che sentirono l'insostenibilità scientifica di una *creazione* soprannaturale, hanno tentato ancora di salvarla col dire che per creazione non intendevano altro che « un modo d'origine sconosciuto, inconcepibile ». A questa scappatoia sofistica l'eccellente Fritz Müller taglia ogni via di scampo con quest'incisiva contro-osservazione: « Con tali parole si esprime solo in modo fiorito

la confessione vergognosa che sulla origine delle specie non si ha e non si vuole avere alcuna opinione. A tali patti si potrebbe parlare nello stesso modo della creazione del cholera e della sifilide, della creazione di un incendio o di un accidente ferroviario come della creazione dell'uomo » (*Jenaische Zeitschrift, f. M. u N. V. B.*, p. 272).

Ora, in opposizione a questa completa insufficienza scientifica di tutte le ipotesi della creazione, noi dobbiamo necessariamente prendere per punto di partenza le opposte *teorie evolutive* se vogliamo farci un'opinione ragionevole sull'origine degli organismi. Noi vi siamo costretti ed obbligati anche se queste dottrine evolutive lasciassero cadere solo un'ombra di verosimiglianza su un'origine meccanica, naturale delle specie animali e vegetali; a più forte ragione però se esse, come vedrete, spiegano il complesso delle cose in modo così semplice e chiaro quanto completo e comprensivo. Queste teorie evolutive non sono affatto, come spesso si dice ancora a torto, idee arbitrarie o portati dell'immaginazione, che cerchino di spiegare approssimativamente l'origine di questo o di quel singolo organismo; invece esse sono teorie fondate affatto scientificamente, che da un solido e chiaro punto di vista spiegano nel modo più semplice il complesso dei fenomeni organici naturali, e specialmente l'origine delle specie organiche, e li considerano come conseguenze necessarie di processi naturali meccanici.

Come io vi ho già mostrato nell'ultima conferenza, queste teorie evolutive concordano naturalmente con quei concetti generali dell'universo che ordinariamente sono chiamati unitarii o *monistici*, spesso anche detti *meccanici* o causali perchè essi ricorrono solo per spiegare i fenomeni naturali a cause meccaniche o a *cause con azione necessaria* (*causae efficientes*). Nello stesso modo, d'altra parte, coincidono le ipotesi di creazione soprannaturale da noi già considerate con quel concetto diametralmente contrario, che in opposizione al primo viene chiamato duplice o *dualistico*, detto anche sovente *teleologico* o vitale, perchè secondo esso si fanno derivare i fenomeni della natura organica dall'azione di cause finali o *cause agenti con iscopo determinato* (*causae finales*).

L'idea fondamentale di tutte le teorie evolutive naturali è l'*evoluzione graduale di tutti, anche dei più perfetti, organismi* da un solo o da pochissimi esseri primordiali semplicissimi ed al tutto imperfetti, i quali sono nati dalla materia anorganica non per creazione soprannaturale, ma per *generazione primordiale* od archigonia (*generatio spontanea*). Propriamente questo pensiero fondamentale racchiude due idee diverse che però stanno fra loro nel più stretto rapporto, cioè dapprima l'idea della generazione spontanea od archigonia degli stipiti primordiali, e secondariamente l'idea dello sviluppo progressivo delle diverse specie di organismi da quel semplicissimo stipite. Queste due importanti concezioni meccaniche sono le basi inseparabili di ogni teoria evolutiva che sia condotta con metodo strettamente scientifico. Siccome questa teoria afferma che le diverse specie di animali e di piante originano da uno stipite comune semplicissimo noi potremmo anche chiamarla *teoria della discendenza*, ed anche *teoria della trasmutazione* o trasformismo, poichè ad essa si connette pure l'idea della variazione delle specie.

Mentre le teorie soprannaturali della creazione devono essere state create già da molti millennii in quell'età primitiva immemorabile in cui l'uomo che cominciava ad emergere dallo stadio di scimmia, cominciò per la prima volta a pensare sopra se stesso e sulla origine del mondo di corpi che lo circondava, per contro le teorie naturali evolutive sono necessariamente di origine molto più recente. Noi le incontriamo per la prima

volta solo presso a popoli di matura civiltà a cui la coltura filosofica abbia fatto apparir chiara la necessità di una ricerca delle cause naturali; ed anche presso questi popoli è solo da alcune nature elette che possiamo aspettarci che riconoscessero tanto l'origine del mondo dei fenomeni quanto il loro processo evolutivo come conseguenza necessaria di cause meccaniche ad azione necessaria. Presso nessun popolo si presentarono mai così riunite queste condizioni per l'origine di una teoria naturale dell'evoluzione come presso i Greci dell'antichità classica. A questi mancò però troppo, d'altra parte, l'esatta conoscenza dei fatti naturali e delle loro forme, e con ciò la base sperimentale per un ulteriore svolgimento della dottrina dell'evoluzione. Le esatte ricerche naturali e le cognizioni naturali, fondate su base empirica, furono quasi completamente ignote alla antichità come al medio evo e sono solo una conquista dei tempi moderni. Perciò anche qui noi non abbiamo occasione di addentrarci nelle diverse cosmogonie greche, poichè in esse furono troppo deficienti le conoscenze sperimentali tanto della natura organica che della anorganica.

Ciò solo vogliamo rilevare che già nel settimo secolo avanti Cristo i capi della filosofia naturale ionica, i tre milesii Talete, Anassimene e Anassimandro, e sopratutto quest'ultimo, stabilirono importanti principii del nostro moderno monismo. Essi insegnarono già una legge naturale unica essere la causa fondamentale dei diversi fenomeni, l'unità dell'intera natura ed il costante variare delle forme. Anassimandro fa originare gli esseri viventi nell'acqua per influsso del calore solare e ritiene che l'uomo si sia sviluppato da animali pisciformi. Ma anche più tardi noi troviamo nella filosofia naturale di Eraclito ed Empedocle, come negli scritti scientifici di Democrito ed Aristotele, ripetuti accenni ad idee che noi consideriamo come fondamenti della moderna teoria dell'evoluzione. Empedocle mostra come disposizioni conformi ad uno scopo possano derivare da disposizioni senza scopo (18). Aristotele assume la generazione spontanea come modo naturale di origine degli organismi inferiori. Egli fa nascere per esempio le tignuole dalla lana, le pulci dal letame in putrefazione, gli acari dal legno umido, ecc.

Il pensiero fondamentale della teoria dell'evoluzione, che le diverse specie di animali e di piante si siano sviluppate per trasformazione da uno stipite comune, potè naturalmente essere espresso in modo chiaro solo quando le specie stesse furono più esattamente conosciute e dopo che vicino alle viventi anche le specie estinte furono prese in considerazione e furono accuratamente comparate con quelle. Ciò ebbe luogo solo verso la fine del secolo scorso ed al principio del secolo nostro. Fu solo nell'anno 1801 che il grande Lamarck enunciò il principio della teoria dell'evoluzione, che egli sviluppò ulteriormente, nel 1809, nella sua classica *Philosophie zoologique* (2). Mentre in Francia il Lamarck ed il suo compatriota Geoffroy Saint-Hilaire si posero in opposizione alle idee di Cuvier ed affermarono una evoluzione naturale delle specie organiche per trasformazione e discendenza, in Germania Goethe ed Oken rappresentavano la stessa tendenza e deponevano qui indipendentemente i primi germi della teoria dell'evoluzione. Siccome generalmente si designano tutti questi naturalisti col nome di *filosofi della natura*, e poichè quest'appellativo in un certo senso è affatto giusto, sembra opportuno premettere qui alcune parole sul retto apprezzamento della filosofia naturale.

Mentre in Inghilterra già da molto tempo si unisce in stretto legame la scienza naturale e la filosofia e si chiama « filosofo della natura » ogni naturalista che sia guidato da concetti generali, in Germania, all'incontro, già da oltre un mezzo secolo,

le scienze naturali sono nettamente separate dalla filosofia e solo da alcuni viene ammessa la naturale fusione di entrambe in una vera « filosofia naturale ».

La colpa di questo deprezzamento sta nelle esorbitanti fantasie degli antichi filosofi naturali tedeschi Oken, Schelling, ecc., i quali credevano di poter costrurre di loro capo le leggi naturali senza dover rimanere sul campo dell'esperienza. Dopo che queste pretese ebbero mostrata tutta la loro inanità, i naturalisti della « nazione di pensatori » caddero nell'eccesso opposto e credettero di poter raggiungere il supremo scopo della scienza, la conoscenza della verità, col mezzo della pura esperienza dei sensi, senza darsi pensiero della filosofia. D'allora in poi, sopratutto dopo il 1830, si pronunciò sempre maggiormente, nella più parte dei naturalisti, una forte tendenza contraria ad ogni concezione filosofica della natura. Si riconobbe allora come unico scopo delle scienze naturali il riconoscimento dei singoli fatti; in biologia quello scopo sembrava raggiunto quando coll'aiuto dei più fini strumenti e mezzi d'osservazione si erano esattamente riconosciute le forme ed i fenomeni vitali dei singoli organismi. Per vero fra questi naturalisti strettamente empirici o, come si chiamavano, esatti, ce n'erano sempre alcuni che si volevano sollevare al di sopra di questo limitato punto di vista e volevano fare il loro ultimo scopo della conoscenza di leggi generali dell'organizzazione. Frattanto il più gran numero dei zoologi e dei botanici dell'ultimo mezzo secolo non volevano saperne di simili leggi generali; tutt'al più essi concedevano che forse in un lontanissimo futuro, quando si fosse una volta arrivati al termine di ogni conoscenza scientifica, quando tutti i singoli animali e vegetali fossero stati completamente studiati, simili leggi si sarebbero potute stabilire.

Se si comprendono in uno sguardo generale i più importanti progressi fatti dallo spirito umano nella conoscenza della verità, si riconosce subito che questi progressi furono raggiunti sempre per mezzo di operazioni mentali di natura filosofica. La precedente esperienza dei sensi e la conoscenza dei singoli fatti acquistata per suo mezzo può solo dare la base solida su cui stabilire quelle leggi generali. Perciò empirismo e filosofia non stanno affatto in così esclusiva opposizione l'un l'altra come finora si era ritenuto dai più: essi piuttosto si completano necessariamente. Il filosofo, cui manca il sicuro terreno dell'esperienza, la conoscenza empirica, arriva molto facilmente, nelle sue speculazioni generali, a conclusioni erronee che un naturalista, anche mediocremente istruito, può subito confutare. D'altra parte i naturalisti puramente empirici che non si curano di una comprensione filosofica dei fatti riconosciuti coi loro sensi e non agognano a conoscenze generali, servono la scienza solo in misura limitatissima; il valore precipuo delle singole cognizioni da loro penosamente acquistate sta nei risultati generali che più tardi delle menti più comprensive ne sapranno trarre. Gettando uno sguardo generale sullo sviluppo della biologia da Linneo in poi, voi trovate facilmente, come ha mostrato il Baer, un continuo tentennare fra queste due direzioni, ora un predominare delle tendenze empiriche (cosidette esatte), ora un preponderare delle tendenze filosofiche (speculative). Così già alla fine del secolo precedente, in opposizione alla pura scuola empirica di Linneo, si era già prodotta una reazione filosofica, i cui capi, Kant, Lamarck, Geoffroy Saint-Hilaire, Goethe ed Oken, cercavano, col loro lavorio di mente, di portare un po' d'ordine e di luce nel caos dell'ammucchiato materiale empirico. Contro ai molteplici errori ed alle speculazioni troppo spinte di questi filosofi naturali si avanzò allora il Cuvier, che ricondusse un secondo periodo puramente empirico. Questo raggiunse il suo sviluppo unilaterale durante gli anni 1830-1860, ed allora seguì un secondo ritorno alle tendenze filosofiche occasionato

dall'opera di Darwin. Si ricominciò così negli ultimi trent'anni ad applicarsi al riconoscimento delle leggi generali della natura fondate però esclusivamente su dati sperimentali che servono loro solo di base e che solo da quelle ricevono il loro vero valore. Pel lavoro intellettuale della filosofia la scienza della natura arriva per la prima volta ad essere una vera scienza: la « filosofia naturale ».

Fra i grandi filosofi della natura, cui noi dobbiamo la prima fondazione di una teoria dell'evoluzione organica e che brillano a lato di Carlo Darwin come primi sostenitori del trasformismo, stanno primi Giovanni Lamarck e Wolfgango Goethe. Io mi rivolgo dapprima al nostro indimenticabile Goethe, che per tutti noi Tedeschi ha interesse particolare. Prima però che io spieghi i suoi meriti speciali per la teoria dell'evoluzione, mi sembra conveniente di dire qualche cosa sulla sua importanza come filosofo della natura, poichè sotto questo aspetto egli è generalmente poco conosciuto.

Certamente la maggior parte di voi onora in Goethe solo il poeta e l'uomo; solo pochi avranno un'idea dell'alto valore dei suoi lavori scientifici, dei passi da gigante con cui egli precorse i suoi tempi, e li precorse in modo tale che appunto la maggior parte dei naturalisti del suo tempo non poterono tenergli dietro. La fatalità che i suoi meriti scientifici fossero disconosciuti dai suoi contemporanei fu spesso dal Goethe penosamente sentita. In diversi passaggi dei suoi scritti scientifici egli si lagna amaramente dei dotti a idee limitate che non sanno apprezzare i suoi lavori, cui gli alberi impediscono di veder la foresta e che dall'aridità dei fatti non sanno elevarsi alle leggi generali della natura. Troppo giusto è il suo rimprovero: « Il filosofo scoprirà presto che gli osservatori si elevano raramente ad un punto di vista da cui essi possano abbracciare un gran numero di oggetti colle loro relazioni ». Essenzialmente questa cattiva accoglienza è dovuta alla falsa via battuta dal Goethe nella sua teoria dei colori. La teoria dei colori, che egli stesso chiama la figlia prediletta dei suoi ozii, è affatto sbagliata nei suoi fondamenti, per quante bellezze essa possa contenere qua e là. L'esatto metodo matematico sul quale solo passo a passo su base incrollabile si può costruire nelle scienze naturali anorganiche e sopratutto nella fisica era al Goethe affatto ripugnante. Rigettandolo, non solo egli si lasciò trascinare alle maggiori ingiustizie contro i più eminenti fisici, ma anche egli si lasciò condurre su una via sbagliata che ha fatto molto danno agli altri suoi meritevolissimi lavori. La cosa va affatto diversamente nelle scienze naturali organiche in cui noi siamo solo di raro in istato di procedere fin dal principio sulla solida incrollabile base matematica; qui noi siamo per lo più costretti, in causa della infinitamente difficile ed intricata natura del tema, a far dapprima conclusioni induttive, cioè noi dobbiamo da molte singole osservazioni, che tuttavia non sono interamente complete, cercar di ricavare una legge generale. La pensata *comparazione* delle serie affini di fenomeni, la *combinazione* è qui il più importante strumento di ricerca, e questo venne impiegato dal Goethe con altrettanta fortuna quanto con conoscenza di causa nei suoi lavori di filosofia naturale.

Degli scritti del Goethe che riguardano la natura organica quello che è diventato il più celebre è la *Metamorfosi delle piante* uscita nel 1790; opera in cui si possono già riconoscere chiaramente le idee fondamentali della teoria dell'evoluzione. In essa infatti il Goethe si era sforzato di riconoscere un unico organo fondamentale dal cui infinitamente vario perfezionarsi e modificarsi si potesse immaginare derivata tutta la ricchezza di forme che ci si presenta nel mondo vegetale; quest'organo fondamentale egli lo trovò nella *foglia*. Se allora l'uso del microscopio fosse già stato generale, se il

Goethe avesse con esso studiato la struttura degli organismi, egli sarebbe andato più oltre ed avrebbe riconosciuto che la foglia è già un organo complesso, composto di parti individuali d'ordine inferiore, le cellule. Egli allora avrebbe stabilito non la *foglia*, ma la *cellula* come vero organo fondamentale, dalla cui moltiplicazione, trasformazione e collegamento (sintesi) si origina dapprima la foglia; nello stesso modo che per trasformazione, variazione ed aggruppamento delle foglie nascono tutte le molteplici bellezze di forma e di colore che noi ammiriamo tanto nelle vere foglie nutritrici, quanto nelle foglie riproduttrici o parti florali delle piante. Frattanto già quel pensiero fondamentale era giustissimo. Con ciò il Goethe mostrò che per comprendere il complesso di un fenomeno prima si debba comparare, poi, in secondo luogo, si debba cercare un tipo semplice, una semplice forma fondamentale, in certo qual modo un tema di cui tutte le altre forme siano solo le infinitamente diverse variazioni.

Alcunchè di simile a quanto produsse qui nella metamorfosi delle piante, egli ce lo diede poi pei vertebrati nella sua celebre *Teoria vertebrale del cranio.* Goethe mostrò dapprima, indipendentemente dall'Oken, il quale quasi contemporaneamente era venuto nella stessa idea, che il cranio dell'uomo e di tutti gli altri vertebrati, e prima di tutto dei mammiferi, altro non sia che la parte anteriore trasformata della colonna vertebrale o spina dorsale. La scatola ossea del cranio appare così composta di più cingoli di ossa le quali, originariamente, equivalgono alle vertebre della spina dorsale. Per vero questa idea, ultimamente, dalle ingegnose ricerche del Gegenbaur (5) è stata notevolmente modificata. Ciò malgrado essa faceva parte in quel tempo dei più grandi progressi dell'anatomia comparata e fu una delle prime basi per poter intendere la struttura dei vertebrati. Quando due parti del corpo che a primo colpo d'occhio appaiono così differenti come il cranio e la colonna vertebrale si poterono riconoscere come parti originariamente equivalenti sviluppatesi da una stessa base, allora fu sciolto un quesito estremamente difficile. Anche qui noi incontriamo di nuovo l'idea di un tipo unico, l'idea di un unico tema che solo varia infinitamente nelle singole specie e nelle parti di singole specie. Ma il Goethe non si era solo applicato con zelo al riconoscimento di queste importanti leggi, ma si è anche vivamente occupato spesso per molto tempo di numerose ricerche speciali sopratutto nell'anatomia comparata. Fra queste nessuna è forse più interessante che la scoperta dell'*intermascellare nell'uomo.* Poichè questa è per molti rapporti importante per la teoria dell'evoluzione, io mi permetto qui di esporvela brevemente. In tutti i mammiferi si trovano nella mascella superiore due pezzi ossei che si toccano l'un l'altro nella linea mediana della faccia al di sotto del naso e sono interposti fra le due metà della vera mascella superiore. Questo paio di ossa, il quale porta i quattro incisivi superiori, nel massimo numero dei mammiferi è senz'altro facilmente riconoscibile; per contro nell'uomo a quel tempo era ignoto, ed anzi celebri anatomici davano un gran peso a questa mancanza dell'intermascellare vedendovi una distinzione capitale fra l'uomo e le scimmie; la mancanza dell'intermascellare fu, strana cosa, considerato come il più umano di tutti i caratteri umani. Ora il Goethe non poteva affatto capacitarsi che l'uomo, il quale in tutte le sue altre disposizioni corporee non è evidentemente altro che un mammifero molto sviluppato, potesse mancare di queste ossa. Dalla presenza generale dell'intermascellare in tutti i mammiferi egli trasse la conclusione speciale che esso dovesse trovarsi anche nell'uomo, e non ebbe riposo finchè, osservando un gran numero di cranii, trovò realmente l'intermascellare. In singoli individui esso si conserva per tutta la vita, mentre per solito esso si salda di buon'ora coi vicini mascellari, presentandosi come osso distinto solo nei

cranii umani giovanissimi. Anche in alcune scimmie avviene di buon'ora questa fusione. Esso è facilmente riconoscibile negli embrioni umani.

L'intermascellare è dunque realmente presente nell'uomo, ed è al Goethe che appartiene l'onore di avere pel primo scoperto questo fatto interessante per molti rapporti, e ciò contro alle negazioni dei più autorevoli specialisti, per esempio del celebre anatomico Pietro Camper. Specialmente interessante è la via per cui esso giunse a stabilire questo fatto; questa è la doppia via che noi battiamo costantemente nelle scienze naturali organiche, la via dell'induzione e della deduzione. *L'induzione* sta nell'inferire da numerosi fatti particolari osservati ad una legge generale; la *deduzione* per contro è una conclusione che da questa legge generale ritorna sopra un caso particolare non ancora realmente osservato. Dalle conoscenze empiriche allora raccolte nacque l'induzione che tutti i mammiferi posseggano l'osso intermascellare. Il Goethe ne trasse la conclusione deduttiva che l'uomo, il quale sotto tutti gli altri rapporti non ha una organizzazione essenzialmente differente dai mammiferi, deve anche possedere l'intermascellare; e quest'ultimo venne infatti ritrovato dietro più minute ricerche. La conclusione deduttiva fu verificata o confermata dalla susseguente esperienza.

Già questi pochi tratti possono farvi vedere quale alto valore noi dobbiamo dare alle ricerche biologiche di Goethe. Sventuratamente la maggior parte dei suoi lavori di questo genere sono così nascosti nelle sue opere complete e le osservazioni e considerazioni più importanti sono così sparse in numerosi singoli scritti che trattano altri temi che è difficile di ritrovarle. Talora anche un'osservazione veramente scientifica è così strettamente collegata con un cumulo di inutili speculazioni che queste ultime recano danno alla prima.

Lo straordinario interesse preso dal Goethe allo studio della natura organica si rivela in modo affatto particolare nel vivace interesse con cui ancora nei suoi ultimi anni di vita egli seguì la lotta scoppiata in Francia tra Cuvier e Geoffroy Saint-Hilaire. Goethe stesso ci ha data un'interessante relazione di questa notevole disputa e della sua importanza generale caratterizzando nello stesso tempo in modo eccellente i due grandi avversari in un opuscolo speciale che terminò solo pochi giorni prima della sua morte nel marzo 1832. Questo opuscolo ha per titolo: *Principes de la philosophie zoologique, par M. Geoffroy de St.-Hilaire;* è l'ultimo lavoro di Goethe e forma la chiusa delle sue opere nella loro edizione completa. La lotta stessa sotto varii rapporti era del massimo interesse. Essa volgeva essenzialmente sulla giustificazione della teoria dell'evoluzione. Inoltre essa fu combattuta in seno all'Accademia francese con una passione personale d'ambe le parti che nelle gravi sedute di quella dotta corporazione era quasi inaudita e che dimostrava che i due naturalisti combattevano per le loro più sacre e più profonde convinzioni. Al 22 febbraio 1830 ebbe luogo il primo conflitto, cui seguirono presto parecchi altri di cui il più accanito fu al 30 luglio 1830. Il Geoffroy, come capo dei filosofi naturali di Francia, rappresentava la teoria dell'evoluzione naturale ed il concetto unitario (monistico) della natura. Egli affermava la variabilità delle specie organiche, la comune discendenza delle singole specie da comuni stipiti e l'unità dell'organizzazione o l'unità del piano di struttura, come allora dicevano. Il Cuvier era l'avversario più deciso di tali vedute, nè poteva esser altro stando a quanto avete già visto. Egli cercò di dimostrare che i filosofi naturali non avevano alcuna ragione di spingersi a conclusioni di quella portata fondandosi sul materiale empirico che allora si aveva, e negò l'esistenza della pretesa unità di organizzazione o del piano di costruzione degli organismi. Egli rappresentava il concetto naturale teleologico

(dualistico) ed affermò che « l'invariabilità delle specie era una condizione necessaria per l'esistenza d'una storia naturale scientifica ». Il Cuvier aveva sul suo avversario il gran vantaggio di poter presentare delle prove palpabili delle sue affermazioni, prove che del resto non erano altro che fatti singoli strappati dal loro concatenamento. Il Geoffroy, per contro, non era in grado di poter appoggiare con fatti così palpabili la connessione generale dei fenomeni da lui difesi. Perciò il Cuvier agli occhi della moltitudine ebbe la vittoria, e determinò pei tre decennii seguenti la caduta della filosofia naturale e la vittoria dell'indirizzo strettamente empirico. Il Goethe, per contro, parteggiò decisamente, come è naturale, pel Geoffroy. Il seguente aneddoto, raccontato dal Soret, può dimostrare quanto vivamente egli, arrivato al suo 81° anno, fosse occupato da questa gran lotta.

« Lunedì, 2 agosto 1830. Le notizie della incominciata *rivoluzione di luglio* giunsero oggi a Weimar e destarono una generale commozione. Nel pomeriggio io mi recai dal Goethe. « Ebbene? mi domandò egli, che pensate voi di questo grande avvenimento? Il vulcano è scoppiato; tutto è in fiamme e non si tratta più di un trattenimento a porte chiuse! » È un'affare terribile! risposi, ma che altro si poteva aspettare dopo i fatti conosciuti e con un simile Ministero senonchè ciò dovesse finire coll'espulsione della famiglia reale: « Sembra che noi non c'intendiamo, mio caro », replicò il Goethe, « io non parlo affatto di quella gente; si tratta per me di tutt'altra cosa; si tratta per me dell'importantissima lotta nell'Accademia fra Cuvier e Geoffroy de St.-Hilaire, che è alfine scoppiata apertamente ». Queste parole del Goethe, mi giunsero così inaspettate che io non seppi che rispondere e nemmeno che pensare. « La cosa è per me del massimo interesse » proseguì il Goethe « e voi non potete immaginarvi ciò che io provo alla notizia della seduta del 19 luglio. Noi abbiamo ora in Geoffroy de St.-Hilaire un potente e fedele alleato. Io vedo però nello stesso tempo quanto debba essere l'interesse del mondo scientifico francese per questo affare poichè, malgrado la terribile eccitazione politica, la seduta del 19 luglio ebbe luogo fra un pubblico così numeroso. Ciò che c'è però di meglio si è che oramai il metodo naturale sintetico introdotto in Francia dal Geoffroy non potrà più sparire. Questo affare per la libera discussione nell'Accademia e davanti ad un uditorio numeroso è ora diventato pubblico; essa non può più sbarazzarsene secretamente e soffocarlo a porte chiuse ».

Dei molti interessanti ed importanti passaggi in cui il Goethe esprime chiaramente il suo concetto sulla natura organica e sulla sua continua evoluzione, io ne ho fatto una scelta nella mia *Morfologia generale degli organismi* (4) e li ho ho posti come frasi d'introduzione al principio dei singoli libri e capitoli. Qui vi cito dapprima un passo della poesia che porta per titolo: *Le metamorfosi degli animali* (1819).

Alle Glieder bilden sich aus nach ew'gen Gesetzen
Und die seltenste Form bewahrt in Geheimen das Urbild.
Also bestimmt die Gestalt die Lebensweise des Thieres,
Und die Weise zu leben, sie wirkt auf alle Gestalten
Mächtig zurück. So zeiget sich fest die geordneteBildung,
Welche zum Wechsel sich neigt durch äusserlich wirkende Wesen.[1]

[1] Tutti i membri si sviluppano secondo eterne leggi — e la più rara forma conserva in secreto il tipo. — Così la forma determina il modo di vita dell'animale, — ed il modo di vita reagisce potentemente su tutte le forme. — Così si mostra fissa l'ordinata formazione — la quale tende al mutamento per l'influsso di cause esterne.

Già qui è accennato il *contrasto fra due forze organiche formatrici differenti* le quali stanno in opposizione fra di loro, e colla loro *azione reciproca* determinano la forma dell'organismo; da un lato un tipo comune interno che si conserva tenacemente, che sta a base delle diverse forme; dall'altro l'influsso esterno dell'ambiente e del modo di vita che esercitano un'azione modificatrice sul tipo primitivo. In modo ancora più determinato risulta questo contrasto nelle parole seguenti:

« Una interna comunanza originaria sta alla base di ogni organizzazione; la diversità delle forme per contro nasce dai necessarii rapporti col mondo esterno, e si deve perciò assumere con ragione una simultanea originaria diversità ed un indefesso modificarsi progressivo per poter comprendere tanto i fenomeni costanti quanto gli anormali ».

L'« *Urbild* », figura primitiva o « tipo », che come « comunanza intima originaria » sta a base di tutte le forme organiche, è la *forza formatrice interna* che conserva il piano originario e lo propaga per *eredità*. Per contro « l'indefesso progressivo modificarsi » che nasce « dai necessarii rapporti col mondo esterno » determina come forza formatrice esterna per adattamento alle condizioni ambienti di vita l'infinita « diversità delle forme ». L'interna spinta dell'*eredità*, che conserva l'unità del tipo, è chiamata dal Goethe in un altro sito la *forza centripeta dell'organismo*, la sua tendenza specifica; in opposizione ad essa egli chiama la spinta esterna dell'*adattamento*, che produce la molteplicità delle forme organiche, *forza centrifuga* dell'organismo, la tendenza a variare. Il passo in questione in cui egli esprime chiaramente il contrappeso di queste due importantissime forze formatrici organiche suona così: « L'idea della *metamorfosi* è come la *vis* centrifuga e si perderebbe nell'infinito, se non le fosse dato un contrappeso, cioè la specificazione, la cui tenace perseveranza una volta realizzata costituisce una *vis* centripeta, alla quale nessuna causa esterna può modificare l'intima essenza ».

Per *metamorfosi* il Goethe non intende solo, come si fa ora comunemente, la variazione di forma che subisce l'individuo organico durante il suo sviluppo individuale, ma invece in più vasto senso la *variazione delle forme organiche*. « L'idea della metamorfosi » è press'a poco equivalente a quella della nostra « teoria dell'evoluzione ». Ciò risulta, fra altre cose, dal passo seguente: « Il trionfo della metamorfosi fisiologica si mostra là dove il tutto in famiglie, le famiglie in generi, i generi in specie e queste di nuovo in altre molteplicità sino all'individualità, si dividono, si distinguono e si modificano. In natura questo processo va affatto all'infinito, essa non può aver riposo, nè persistere, ma anche non tutto quello che essa ha prodotto lo può conservare. Dal seme le piante si sviluppano in modo sempre più divergente che cambia sempre più i rapporti delle loro parti.

Nelle due tendenze organiche, in quella conservativa, centripeta, intima dell'eredità o della specificazione da un lato, in quella progressiva, centrifuga, esterna dell'adattamento o della metamorfosi dall'altro, il Goethe aveva già scoperto le due grandi forze naturali meccaniche, che sono le cause efficienti delle forme organiche. Dal riconoscimento di questa profonda verità egli dovette essere naturalmente condotto all'idea fondamentale della teoria della discendenza, al concetto che le specie affini per forma sono veramente consanguinee e che esse discendono da comuni stipiti primitivi. Pel più importante di tutti questi gruppi di animali, pel tipo dei vertebrati, il Goethe esprime tale concetto nel seguente notevolissimo passaggio (1796!): « A questo dunque noi saremmo arrivati di potere affermare senza esitazione che tutte le nature organiche più perfette, fra cui i pesci, anfibii, uccelli e mammiferi, ed alla loro testa l'uomo,

siano tutti formate secondo un tipo che però nelle sue parti molto costanti varia più o meno in questo o quel senso e che ancora giornalmente per generazione si perfeziona e modifica ».

Questo passaggio è interessante sotto più rapporti. La teoria che « tutte le nature organiche più perfette », cioè tutti i vertebrati discendono da un tipo comune, che da questo per generazione (eredità) e modificazione (adattamento) essi sono nati, se ne può ricavare chiaramente. Ma è specialmente interessante che il Goethe anche qui non faccia alcuna eccezione per l'uomo, ma che piuttosto lo faccia rientrare espressamente nella stirpe degli altri vertebrati. Si può qui riconoscere in germe la più importante conseguenza speciale della teoria della discendenza, quella dell'origine dell'uomo da altri vertebrati.

Il Goethe esprime ancora più chiaramente questa importantissima idea fondamentale in un altro luogo (1807) colle parole seguenti: « Se si considerano delle piante e degli animali nel loro stato più imperfetto, essi si possono appena distinguere. Tanto però noi possiamo dire, che le creature che da uno stato di parentela in cui sono quasi indistinguibili emergono poco alla volta come piante ed animali, si perfezionano in due direzioni opposte, cosicchè la pianta si eleva alfine all'albero durevole e rigido, e l'animale all'uomo colla massima mobilità e libertà ». In questo notevole passo non solo è giudicato maestrevolmente il rapporto genealogico di parentela del regno animale col regno vegetale, ma vi è anche già contenuto il germe della ipotesi della discendenza unica o monofiletica, di cui vi chiarirò più oltre l'importanza (Cfr. sul trasformismo del Goethe sopratutto lo scritto del Kalischer) (9).

Nello stesso tempo che il Goethe delineava in tal modo i principii della teoria della discendenza, noi troviamo già un altro filosofo naturale tedesco occupato ardentemente di essa, cioè Goffredo Reinhold Treviranus da Brema (n. 1776, m. 1837). Come fu per la prima volta dimostrato da Guglielmo Focke di Brema, il Treviranus già nel primo dei suoi maggiori lavori, nella *Biologia o filosofia della natura vivente*, sviluppò affatto al principio del nostro secolo delle vedute monistiche sull'unità della natura e sulla connessione genealogica delle specie organiche le quali sono affatto consone alle nostre idee moderne. Nei tre primi volumi della *Biologia* che apparvero negli anni 1802, 1803 e 1805, cioè molti anni prima dei lavori capitali di Oken e Lamarck, si trovano numerosi luoghi che sono interessanti per questo riguardo. Citerò qui solo alcuni dei più importanti.

Sulla questione fondamentale della nostra teoria, sull'origine cioè delle specie organiche, il Treviranus si esprime nel modo seguente: « Ogni forma vivente può essere prodotta in duplice modo da forze fisiche: o per origine della materia amorfa, o per variazione di forma da una forma già presente. In quest'ultimo caso la causa di questa variazione può risiedere o nell'azione di una materia generativa maschile eterogenea sul germe femminino, o nell'influsso esercitato da altre potenze solo dopo la generazione. In ogni essere vivente vi è l'attitudine ad una infinita molteplicità di conformazioni; ognuno ha il potere di adattare la sua organizzazione alle variazioni del mondo esterno e si è questo potere messo in attività dal mutamento dell'universo quello che ha elevato i semplici zoofiti del mondo primitivo a gradi sempre più elevati di organizzazione, e che ha portato una immensa molteplicità nella natura vivente ».

Per zoofiti intende qui il Treviranus gli organismi di infimo ordine e della più semplice natura, specialmente quegli esseri primitivi neutrali, che stanno in mezzo fra le piante e gli animali e che in complesso corrispondono ai nostri protisti. « Questi

zoofiti », ei dice in un altro luogo, « sono le forme primordiali da cui poco alla volta sono nati per evoluzione tutti gli organismi delle classi superiori. Noi siamo infine d'avviso che ogni specie, come ciascun individuo, ha certi periodi di accrescimento, di fioritura e di morte, che però la loro morte non è uno sfacelo come nell'organismo, ma è *degenerazione*. E da ciò ci pare che segua che non siano, come si crede comunemente, le grandi catastrofi del mondo, quelle che hanno fatto sparire gli esseri del mondo primitivo, ma che molti son sopravvissuti ad esse e che piuttosto essi sono scomparsi dalla natura presente perchè le specie alle quali essi appartenevano hanno terminato il ciclo della loro esistenza e si sono trasformate in altri generi ».

Quando il Treviranus qui ed in altri luoghi considera la *degenerazione* come la più importante causa della modificazione delle specie animali e vegetali, egli, sotto questo nome, non intende la degenerazione nel senso che essa ha ora comunemente. Piuttosto la sua « degenerazione » è affatto ciò che oggi noi chiamiamo *adattamento* o *variazione* prodotte da agenti formatori esterni. Che il Treviranus spiegasse questa modificazione delle specie organiche coll'adattamento, la loro conservazione coll'eredità, e la molteplicità delle forme organiche coll'azione avvicendata dell'adattamento o dell'eredità, risulta chiaramente da varii altri passaggi. Quanto profondamente poi egli avesse compresa la dipendenza reciproca e vicendevole di tutti gli esseri viventi, ed anche il *nesso causale universale*, cioè l'unità delle connessioni causali fra tutti i membri e le parti dell'universo, lo si vede fra altro dal seguente passo della *biologia:* « L'individuo vivente è dipendente dalla specie, la specie dal genere, questo da tutta la natura vivente e quest'ultima dall'organismo della terra. L'individuo possiede bensì una vita propria e pertanto costituisce un mondo suo proprio, ma appunto perchè la sua vita è limitata, esso costituisce nello stesso tempo un organo dell'organismo generale. Ogni corpo vivente sussiste per mezzo dell'universo, ma l'universo sussiste a sua volta per mezzo di lui ».

Che con una concezione meccanica così grandiosa dell'universo il Treviranus non concedesse nemmeno all'uomo un posto eccezionale privilegiato, ma piuttosto credesse alla graduale evoluzione di esso da forme animali inferiori, trattandosi di un filosofo naturale di idee così chiare e profonde, è cosa che s'intende da sè. Come pure va da sè, che egli non riconoscesse alcun abisso fra la natura organica ed anorganica, ma piuttosto affermasse l'assoluta unità nell'organizzazione di tutto l'edificio dell'universo. Ne fa fede il seguente passaggio: « Ogni ricerca relativa all'influenza della natura intera sul mondo vivente deve partire dal *principio* che *tutte le forme viventi* sono *prodotti di influenze fisiche* che agiscono ancora ai tempi nostri modificate solo in grado o direzione ». Con ciò, il Treviranus stesso lo dice, « è sciolto il problema fondamentale della biologia » e, aggiungiamo noi, sciolto in senso puramente *monistico* o meccanico.

Per solito non si considera come il più importante dei filosofi naturali tedeschi nè il Treviranus, nè il Goethe, ma Lorenzo Oken, che fu l'emulo del Goethe nella fondazione della teoria vertebrale del cranio, e che non era veramente animato verso di questi dai sensi più amichevoli. Per la loro diversissima natura questi due grandi uomini, che vissero per un certo tempo in vicinanza, non potevano tuttavia vedersi l'uno l'altro di buon occhio. Il trattato di filosofia naturale dell'Oken, una delle più importanti produzioni della scuola filosofico-naturale tedesca di quel tempo, apparve nel 1809, nello stesso anno in cui apparve anche l'opera fondamentale di Lamarck, la *Philosophie zoologique.* Già nel 1802 l'Oken aveva pubblicato un *Grundriss der*

Natur-Philosophie. Come fu già accennato, in Oken noi troviamo, sepolta fra una abbondanza di idee erronee, in parte molto arrischiate e fantastiche, una quantità di pensieri profondi e degni di merito. Alcune di queste idee sono state generalmente ammesse nella scienza solo da poco tempo, molti anni dopo che esse vennero espresse. Ricordiamo qui solo due di questi pensieri quasi profetici; entrambi stanno nel più intimo rapporto colla teoria dell'evoluzione.

Una delle più importanti teorie dell'Oken, che una volta fu molto screditata e combattuta fortemente sopratutto dagli empirici cosidetti esatti, è l'idea che le manifestazioni vitali di tutti gli organismi partano da un comune substrato chimico, in certo qual modo una *materia vivente*, semplice, generale che egli chiamò *Urschleim* (muco primordiale). Egli si figurava con ciò, come dice il nome, una sostanza mucilaginosa, una combinazione albuminoide, che si trovi in uno stato di aggregazione semi-liquido e che possegga la proprietà di produrre le forme più diverse, per via dell'adattamento a diverse condizioni d'esistenza del mondo esterno, e dell'azione reciproca colla materia di esso. Ora vi basta di cambiare il nome di *Urschleim* con quello di *protoplasma* o sostanza della cellula per arrivare ad una delle più grandi conquiste che noi dobbiamo alle ricerche microscopiche dell'ultimo decennio e sopratutto a quelle di *Max Schultze.* Queste ricerche hanno stabilito che, senza eccezione, in tutti i corpi naturali viventi si trova una certa quantità di materia albuminoide mucilaginosa, di consistenza semi-liquida e che solo questo composto azotato del carbonio si è quello che in origine racchiude e produce tutte le manifestazioni vitali e tutte le forme organiche. Tutte le altre sostanze che oltre ad esso si ritrovano ancora nell'organismo sono formate primitivamente da questa attiva sostanza vitale oppure prese dal di fuori. L'uovo organico, la cellula originaria da cui si sviluppa dapprima ogni animale ed ogni pianta, è essenzialmente costituito solo da un piccolo grumo tondeggiante di simile materia albuminoide. Anche il tuorlo dell'uovo è solo albumina mista con granuli di grasso. L'Oken era dunque realmente nel vero, quando, piuttosto presagendo che sapendo realmente, così si esprimeva: Ogni organismo è nato dal muco, non è altro che muco variamente conformato. Questo muco primitivo (*Urschleim*) si è originato in mare dalla materia anorganica in seguito all'evoluzione planetaria.

Alla teoria dell'Oken sull'*Urschleim* che concorda essenzialmente colla importantissima moderna *teoria del protoplasma*, si collega strettamente un'altra idea altrettanto grandiosa dello stesso filosofo della natura. L'Oken affermò infatti, che sin dal 1809, l'*Urschleim* formatosi in mare per generazione spontanea prenda subito la forma di microscopiche vescicolette che egli chiamò *Milen* od *infusorii.* « Il mondo organico ha alla sua base un'infinità di simili vescicole ». Le vescicole nascono dalla primitiva sferula mucilaginosa semi-liquida per l'inspessimento della sua periferia. I più semplici organismi sono semplicemente tali vescicole od infusorii. Ogni organismo superiore, ogni animale ed ogni pianta di natura più perfetta non è altro che « una riunione (sintesi) di simili vescicole infusoriali che combinandosi diversamente prendono diversa conformazione e giungono a costituire organismi superiori ». Voi non avete anche qui che a sostituire il nome di vescicola od infusorio con quello di *cellula* per giungere ad una delle più grandi teorie biologiche del nostro secolo, alla *teoria cellulare.* Gli è solo nel 1838 che Schleiden e Schwann ci han dato la prova empirica che tutti gli organismi o sono semplici cellule, o riunioni (sintesi) di tali cellule; e la moderna teoria del protoplasma ha constatato che il costituente essenziale (e talora l'unico) della vera cellula è il protoplasma (l'*Urschleim*). Le proprietà che l'Oken attribuisce

ai suoi infusorii sono appunto le proprietà delle cellule, le proprietà degli individui elementari, dalla cui riunione e combinazione e dal cui molteplice perfezionamento sono originati gli organismi superiori.

Entrambe queste idee straordinariamente feconde dell'Oken, in causa della forma assurda in cui egli le espresse destarono poca attenzione o non furono affatto apprezzate ed era riservato ad un tempo molto più lontano di dare ad esse una base sperimentale. In stretto rapporto con questi concetti stavano anche altri principii della sua teoria dell'evoluzione. Sull'origine del genere umano egli disse: « L'uomo non è stato creato, esso si è sviluppato ». Per quante stravaganze, per quante divagazioni fantastiche si possano trovare nella filosofia naturale dell'Oken, esse non possono tuttavia impedirci di essere meravigliati giustamente di queste grandi idee che tanto precedevano i loro tempi. Tanto però risulta con evidenza dalle citate affermazioni del Goethe e dell'Oken, e dalle vedute, che più oltre esamineremo, del Lamarck e del Geoffroy che nei primi decennii del nostro secolo nessuno si avvicinò tanto alla teoria naturale dell'evoluzione nuovamente fondata dal Darwin quanto la così deprezzata filosofia naturale.



QUINTA CONFERENZA

Teoria dell'evoluzione di Kant e Lamarck.

Meriti del Kant per la teoria dell'evoluzione. — Sua cosmologia monistica. — Sua biologia dualistica. — Contraddizione fra meccanismo e teleologia. — Paragone della biologia genealogica colla linguistica comparata. — Idee di Leopoldo Buch, Baer, Schleiden, Unger, Schaaffhausen, Victor Carus, Büchner in favore della teoria della discendenza. — La filosofia naturale francese. — La *Philosophie zoologique* del Lamarck e suo sistema naturale monistico (meccanico) della natura. — Sue vedute sull'azione vicendevole delle due forze formatrici organiche, l'eredità e l'adattamento. — Idee del Lamarck sullo sviluppo del genere umano da mammiferi pitecoidi. — Difesa della teoria della discendenza per opera del Geoffroy St.-Hilaire, Naudin, Lecoq. — La filosofia naturale inglese — Idee di Erasmo Darwin, W. Herbert, Grant, Freke, Herbert Spencer, Hooker, Huxley in favore della teoria della discendenza. — Doppio merito di Carlo Darwin.

Signori!

Il concetto teleologico che spiega i fenomeni del mondo organico per mezzo di un creatore personale o di una causa finale che agisca con uno scopo determinato, in ultimo conduce necessariamente a contraddizione ed a conseguenze affatto insostenibili. Questo concetto duplice, dualistico della natura sta in decisa opposizione colla unità e semplicità che dappertutto constatiamo nelle leggi supreme della natura. I filosofi che sono devoti a questa teoria devono necessariamente ammettere due nature fondamentalmente diverse: una *natura anorganica*, che si spiega con cause agenti *meccanicamente* (*causae efficientes*), ed una natura *organica*, la quale in contrapposizione alla prima deve essere spiegata per mezzo di cause agenti con finalità (*causae finales;* cfr. pag. 28).

Questo dualismo ci colpisce stranamente quando noi consideriamo le idee di uno dei più grandi filosofi tedeschi, il Kant, e guardiamo il modo in cui egli si immaginava l'origine degli organismi. Tale esame è qui opportuno già pel fatto che noi onoriamo in Emanuele Kant uno dei pochi filosofi che riuniscano una solida coltura scientifica con una straordinaria chiarezza e profondità di speculazione. Il filosofo di Königsberg non solo salì in grande fama tra i filosofi speculativi per la fondazione della sua filosofia critica, ma si fece inoltre un nome brillante fra gli scienziati per la sua cosmogonia meccanica. Già nell'anno 1755, nella sua *Storia naturale e teoria del cielo* (22) egli fece l'ardito tentativo di « trattare la costituzione e l'origine meccanica di tutto l'universo secondo i principii di Newton » e di spiegarle meccanicamente, escludendo ogni miracolo dal processo naturale di evoluzione della materia. Questa cosmogonia del Kant, che noi esamineremo brevemente più oltre (nella conferenza XIII), ricevette poi basi più larghe dal matematico francese Laplace e dall'astronomo inglese Herschell; anche oggi essa è quasi generalmente accettata. Già solo per quest' importante lavoro, in cui una esatta scienza fisica va unita alla più ingegnosa speculazione, il Kant merita

il nome onorevole di *filosofo della natura* nel migliore e più puro significato di questa espressione.

Ora in diversi scritti di Emanuele Kant, soprattutto in quelli degli ultimi anni (dal 1755 al 1775), si trovano sparse qua e là una quantità di proposizioni importantissime, che ci dànno il diritto di segnalare *il Kant presso al Lamarck ed al Goethe come uno dei primi e più notevoli precursori di Darwin.* Al professor Fritz Schultze di Dresda appartiene il merito di aver raccolti e spiegati criticamente questi passi importanti ma poco noti delle opere del grande filosofo di Königsberg (Fritz Schultze, *Kant und Darwin, ein Beitrag zur Geschichte der Entwickelungs-Lehre,* Jena 1875). Da questi passi si rileva che il Kant aveva già concepito con completa chiarezza il grande pensiero dell'unità della natura (pag. 32, 46) e della evoluzione unica universale. In seguito a ciò egli non solo afferma l'origine dei diversi organismi da stipiti comuni (teoria della discendenza!), la « variazione dal tipo primitivo del genere originario per migrazioni naturali » (teoria delle migrazioni! pag. 65): ma ancora egli ritiene (già nel 1771!) « che l'incesso originario dell'uomo sia stato quello dei quadrupedi, che l'incesso da bipede si sia sviluppato solo progressivamente e che solo poco alla volta l'uomo abbia elevato così superbamente il capo sopra i suoi antichi camerati, gli animali » (pag. 47-50 e altrove). Anzi il Kant è il primo che abbia scoperto il principio della « lotta per l'esistenza » e della « teoria della selezione » come vedremo ancora più oltre (pag. 25, 56, 57, 61, 140, ecc.).

Noi dovremmo quindi senza restrizioni dare al nostro grande filosofo di Königsberg il primo posto nella storia della teoria dell'evoluzione, se, sventuratamente, queste mirabili idee monistiche del giovane Kant non fossero state più tardi affatto soffocate dall'influsso preponderante del dualismo cristiano. Al posto di quelle idee appaiono negli scritti posteriori del Kant o concetti dualistici affatto insostenibili od un oscuro oscillare fra le prime e questi ultimi. Leggendo l'opera biologica più ragguardevole del Kant, la critica della ragione teleologica, vi accorgerete che egli, considerando la natura organica, si tiene sempre nel campo teleologico o dualistico, mentre per la natura anorganica egli adotta incondizionatamente e senza riserve il metodo esplicativo meccanico, cioè monistico. Egli afferma che nel dominio della natura anorganica tutti i fenomeni si possono spiegare meccanicamente colle forze motrici della materia stessa, non così invece nel dominio della natura organica. In tutta l'anorganologia (nella geologia e mineralogia, nella meteorologia ed astronomia, nella chimica e fisica dei corpi naturali anorganici) tutti i fenomeni devono essere spiegati col semplice *meccanismo* (*causa efficiens*), senza intervento di uno scopo finale. Per contro, in tutta la biologia (nella botanica, zoologia ed antropologia) il meccanismo non deve essere sufficiente a spiegarci tutti i fenomeni, ma invece noi possiamo spiegarli solo ammettendo una causa finale (*causa finalis*), che agisca in conformità ad uno scopo. In parecchi punti il Kant rileva espressamente che dal punto di vista strettamente scientifico-filosofico è necessario ricorrere per tutti i fenomeni senza eccezione alla spiegazione meccanica, e che *il solo meccanismo include una vera spiegazione.* Nello stesso tempo tuttavia egli pensa che quando si tratti di corpi naturali animati, animali o piante, la nostra comprensione umana sia limitata e non possa giungere alle vere cause efficienti dei processi organici, soprattutto all'origine delle specie organiche. La *facoltà* della ragione umana di spiegare meccanicamente tutti i fenomeni sarebbe illimitata, ma il suo *potere* sarebbe limitato pel fatto che la natura organica si possa considerare solo teleologicamente.

Allontanandosi da questo punto di vista dualistico il Kant afferma di nuovo in altri punti la necessità di concepire genealogicamente il sistema organico, se si voglia pur arrivare a comprenderlo scientificamente. Il più importante e il più notevole di questi passaggi si trova nella *Metodologia del giudizio teleologico* (§ 79), che apparve nel 1790 nella *Critica della ragione*. Visto lo straordinario interesse che ha questo passo tanto per l'apprezzamento della filosofia del Kant, come per la storia della teoria della discendenza, io mi permetto di comunicarvelo testualmente:

« È commendevole percorrere per mezzo di un'anatomia comparata la grande creazione delle nature organiche per vedere se non vi si trovi qualche cosa che accenni ad un sistema ordinato secondo il *principio genetico*, per modo che noi non siamo obbligati a contentarci di un puro principio di apprezzamento che non ci offre alcun dato sull'origine di essa e ad abbandonare scoraggiati ogni pretesa di comprendere su questo campo la natura. Il fatto che tanti generi d'animali rientrano in un certo tipo comune, il quale sembra stare a base non solo del loro scheletro, ma anche dell'ordinamento delle rimanenti parti, dove un'ammirevole semplicità di piano fondamentale ha potuto produrre per l'accorciamento di questa parte e per l'allungamento di quell'altra, per lo sviluppo di una e per la riduzione di un'altra, una così grande molteplicità di specie, ci lascia cadere nell'animo una debole speranza che qui si possa arrivare a qualche risultato mediante il principio del *meccanismo della natura*, senza del quale una scienza naturale non può affatto esistere. Quest'analogia delle forme che, malgrado ogni diversità, sembrano state prodotte conformemente ad un tipo primitivo comune, rafforza la supposizione di una *vera parentela* di esse, fondata sull'essere state generate da una madre primitiva comune, avvicinandosi gradatamente un genere di animali all'altro, da quello in cui il principio della *finalità* sembra essere meglio stabilito, cioè *dall'uomo, sino al polipo*, da questo anzi sino ai muschi ed ai licheni, e finalmente sino al più basso grado della natura che noi possiamo osservare, cioè alla *materia bruta*, dalla quale e dalle cui forze, *secondo leggi meccaniche* (simili a quelle secondo le quali essa agisce nelle *cristallizzazioni*), sembra originarsi l'intera tecnica della natura, la quale negli esseri organici ci è così inconcepibile che noi ci crediamo obbligati per essi ad imaginarci un altro principio. Qui poi sta libero all'*archeologo* della natura di ricorrere alle vestigia che ci son rimaste delle sue più antiche rivoluzioni e da esse, secondo tutti i *mezzi meccanici* che egli può conoscere o supporre, far derivare quella grande *famiglia di creature* (poichè come tale dobbiamo figurarcela, se la suddetta parentela ha davvero un fondamento) ».

Reca meraviglia la profondità e la chiarezza con cui il gran pensatore riconobbe qui l'intima necessità della teoria della discendenza e la designò come la sola via possibile per giungere a spiegare la natura organica per mezzo di leggi meccaniche, cioè per conoscerla in modo veramente scientifico. Tuttavia, appena si mette a paragone questo passaggio col corso d'idee che si nota nel rimanente della *Critica della ragione* e lo si contrappone ad altri luoghi che lo contraddicono affatto, si vede chiaramente che il Kant in questi ed altri simili passi andò al di là del proprio pensiero ed abbandonò le vedute teleologiche cui egli si attiene abitualmente nella biologia. Immediatamente dopo all'ammirevole passaggio che noi abbiamo letteralmente citato ne segue un altro che gli toglie ogni valore. Appunto dopo di avere affermato giustamente l' « origine delle forme organiche dalla stessa materia bruta secondo leggi meccaniche (simili a quelle della cristallizzazione) », come pure uno sviluppo graduale delle diverse specie per discendenza da una progenitrice comune, il Kant aggiunge:

« Però egli (l'archeologo della natura, cioè il paleontologo) dovrà pur tuttavia collocare in fine a lato di questa madre comune una organizzazione prestabilita per tutte queste creature, senza di che non si può nemmeno pensare come sia possibile che i prodotti del regno animale e vegetale abbiano forme rispondenti al loro scopo ». È chiaro che con questa aggiunta il pensiero fondamentale più importante del passo precedente, che per mezzo della teoria della discendenza diventi possibile una spiegazione puramente meccanica della natura organica, è di nuovo completamente tolto via. E che questo modo teleologico di considerare la natura organica fosse in Kant il dominante, si vede già dal titolo del notevole capitolo 79, che contiene queste due proposizioni contraddittorie: « Della necessaria *subordinazione del principio del meccanismo al principio teleologico* nella spiegazione di una cosa come scopo della natura ».

Il Kant si esprime nel modo più spiccato contro la spiegazione meccanica della natura organica nel seguente luogo (§ 74): « È affatto certo che noi, partendo da principii naturali puramente meccanici, non possiamo nemmeno imparare a conoscere sufficientemente gli esseri organici e la loro intima possibilità, tanto meno poi a spiegarceli; ciò è tanto certo che si può dire arditamente: per l'uomo è stoltezza il solo pensare o sperare che possa ancora un giorno sorgere un Newton che possa farci concepire la formazione anche d'un semplice filo d'erba secondo leggi naturali che nessuna volontà abbia disposte; si deve invece negare assolutamente all'uomo questa penetrazione ». Frattanto questo Newton impossibile è comparso realmente settant'anni più tardi in Darwin, e la sua teoria della selezione ha, in fatto, sciolto il problema che il Kant aveva ritenuto assolutamente insolubile.

Dopo il Kant ed i filosofi naturali tedeschi, delle cui teorie evolutive ci siamo occupati nella precedente conferenza, ci pare giusto ricordare ancora brevemente alcuni altri naturalisti e filosofi tedeschi che nel corso del nostro secolo si elevarono in modo più o meno deciso contro i predominanti concetti teleologici della creazione, e fecero valere l'idea fondamentale meccanica della teoria della discendenza. Ora erano piuttosto considerazioni filosofiche generali, ora osservazioni più specialmente empiriche, quelle che condussero questi pensatori alla idea che le singole specie organiche dovessero discendere da stipiti comuni. Fra essi voglio rilevare dapprima il grande geologo tedesco Leopoldo Buch. Importanti osservazioni sulla distribuzione geografica delle piante lo condussero, nella sua eccellente *Descrizione fisica delle isole Canarie*, alle seguenti notevoli proposizioni:

« Gli individui dei generi sui continenti si espandono, si allontanano, e per la differenza della dimora, del nutrimento e del suolo formano delle varietà, le quali nella loro lontananza, non mai incrociandosi con altre varietà, il che le ricondurrebbe al tipo primitivo, diventano finalmente costanti e si trasformano in specie proprie. Allora forse per altre vie esse raggiungono di nuovo la varietà precedente parimente modificatasi, ma ambedue ora allo stato di specie molto diverse che non si possono più mischiare l'una coll'altra. Non così nelle isole. Confinati per solito in strette valli o in piccole zone di territorio, gli individui possono raggiungersi l'un l'altro e così impedire ogni tendenza delle varietà al fissarsi. La cosa va press'a poco come quando delle particolarità od errori di lingua, partendo dal capo di una famiglia diventano poi, collo spargersi di questa, proprii di tutto un distretto. Se questo è segregato ed isolato per modo che il continuo collegamento non riporti la lingua alla sua primitiva purezza, allora questa deviazione diventa un dialetto. Se impedimenti naturali, foreste,

costituzione, governo congiungono ancora più strettamente fra loro gli abitanti di questo distretto e li separano ancor più nettamente dai vicini, allora il dialetto si fissa e diventa una lingua completamente diversa (*Uebersicht der Flora auf den Canarien*, pag. 133).

Voi vedete che qui il Buch è stato condotto all'idea fondamentale della teoria della discendenza dai fenomeni della geografia vegetale, territorio biologico che in fatto ci fornisce una quantità di prove in suo favore. Il Darwin ha trattato a fondo queste prove in due speciali capitoli della sua opera principale (nell'11° e nel 12°). Ma l'osservazione del Buch è anche interessante per questo riguardo, che essa ci conduce al paragone estremamente istruttivo dei diversi rami delle lingue colle specie organiche, paragone che è della massima utilità tanto per la linguistica comparata, quanto per la zoologia e la botanica comparate. Nello stesso modo, per esempio, che i diversi dialetti, idiomi e rami della lingua fondamentale tedesca, slava, greco-latina ed indo-iranica originano da una sola lingua comune primitiva indo-germanica, e nello stesso modo che le loro *differenze* si spiegano coll'*adattamento*, e il loro *carattere fondamentale* comune coll'*eredità*, così anche le differenti specie, generi, famiglie, ordini e classi dei vertebrati originano da una sola forma comune di vertebrati; anche qui l'adattamento è la cagione delle diversità, l'eredità quella del carattere fondamentale comune. Questo interessante parallelismo nello sviluppo divergente delle forme linguistiche e delle forme organiche è stato trattato molto luminosamente da uno dei nostri principali scrittori di linguistica comparata, dal geniale Augusto Schleicher; egli ha soprattutto sviluppato filogeneticamente nel modo più perspicace l'albero genealogico delle lingue indo-germaniche (6).

Fra gli altri eminenti naturalisti tedeschi che si pronunziarono più o meno nettamente in favore della teoria della discendenza, e che furono condotti ad essa per vie affatto diverse, devo nominare dapprima Carlo Ernesto Baer, il grande riformatore della storia dello sviluppo animale. In una conferenza tenuta nel 1834, intitolata: « La legge più generale della natura in ogni evoluzione », egli spiega egregiamente che solo considerando la natura con concetti affatto infantili si possono considerare le specie organiche come tipi permanenti ed invariabili, che esse al contrario non possono essere che serie di produzioni passeggere che si sono sviluppate per modificazione da stipiti comuni. Gli stessi concetti furono stabiliti dal Baer più tardi (1859) per mezzo delle leggi della distribuzione geografica degli organismi.

J. M. Schleiden, che cinquant'anni fa fondò in Jena col suo metodo strettamente empirico-filosofico e veramente scientifico una nuova epoca per la botanica, spiegò nei suoi principii di botanica scientifica la significazione filosofica del concetto di specie organica; egli ritenne che esso abbia solo la sua origine soggettiva nella *legge generale di specificazione* (7). Le diverse specie di piante sono solo i prodotti specificati delle attività formatrici vegetali, le quali nascono dalle diverse combinazioni delle forze fondamentali della materia organica.

Il segnalato botanico viennese Franz Unger venne condotto, dalle sue profonde ed estese ricerche sulle specie vegetali estinte, ad una storia paleontologica dello sviluppo del regno vegetale, la quale esprime chiaramente il concetto fondamentale della teoria della discendenza. Nel suo *Saggio di una storia del mondo vegetale* (1852), egli afferma che tutte le diverse specie di piante discendono da alcune poche forme stipiti e forse da una sola pianta primordiale, una semplice cellula vegetale. Egli mostra che questo concetto di una connessione genetica di tutte le forme di piante non solo è fisiologicamente necessario, ma è anche empiricamente fondato (8).

Nell'introduzione al *Sistema della morfologia animale* di Victor Carus (comparso nel 1853), si trova la seguente sentenza: « Gli organismi sepolti nei più antichi strati geologici sono da considerarsi come i progenitori da cui, per continuata generazione ed accomodamento a progressivamente diversissime condizioni di vita, si è originata la ricchezza di forme della presente creazione ».

Nello stesso anno (1853) l'antropologo Schaaffhausen, di Bonn, in un lavoro *Sulla costanza e sulla trasformazione delle specie*, si dichiarò decisamente in favore della teoria della discendenza. Le specie viventi di piante e di animali sono, secondo lui, i discendenti trasformati delle specie estinte, dalle quali esse sono nate per progressiva variazione. Il divergere (il separarsi delle specie più vicine accade per la distruzione dei gradi intermedi di collegamento. Lo Schaaffhausen si espresse pure (nel 1857) in favore dell'origine animale del genere umano e della sua evoluzione progressiva da animali pitecoidi, la più importante conseguenza della teoria della discendenza.

Finalmente, tra i filosofi della natura tedeschi merita speciale menzione il Büchner, il quale nel suo celebre libro *Forza e Materia* comparso nel 1855, sviluppò pure indipendentemente i principii della teoria della discendenza, fondandosi soprattutto sulle prove empiriche incontrastabili che ci sono fornite dallo sviluppo paleontologico ed individuale degli organismi, nonchè dalla loro anatomia comparata e dal parallelismo di queste serie di evoluzione. Il Büchner mostrò molto chiaramente che da tali fatti deve già necessariamente seguire lo sviluppo delle diverse specie organiche da forme stipiti comuni, e che non è possibile immaginarsi l'origine di queste forme stipiti primitive altrimenti che per generazione spontanea (10).

A capo della filosofia naturale francese sta Giovanni Lamarck, il quale nella storia della teoria della discendenza prende il primo posto presso a Darwin e Goethe. A lui rimarrà la fama imperitura di avere per la prima volta trattata la teoria della discendenza come teoria scientifica indipendente di prim'ordine e di averla stabilita a fondamento filosofico naturale della intera biologia. Sebbene il Lamarck sia nato già nel 1744, egli non cominciò tuttavia la pubblicazione della sua teoria che nel principio del nostro secolo, nell'anno 1801, e solo nel 1809 la espose dettagliatamente nella sua classica *Filosofia zoologica* (2). Quest'ammirevole lavoro è la prima esposizione, connessa e condotta strettamente sino alle ultime conseguenze, della teoria della discendenza. Pel suo modo strettamente meccanico di considerare la natura organica, e per aver stabilito in modo strettamente filosofico la necessità di tale concetto, l'opera del Lamarck si eleva molto al disopra dei predominanti concetti dualistici del suo tempo, e andando sino all'opera di Darwin, la quale apparve appunto un mezzo secolo più tardi, noi non troviamo una seconda opera che sotto questo rapporto sia da porsi a lato della *Philosophie zoologique*. Quanto essa abbia preceduto il suo tempo, risulta già soprattutto dal fatto che essa non fu affatto compresa dai più e che per cinquant'anni fu sepolta nel silenzio. Il Cuvier, il più grande avversario del Lamarck, nel suo resoconto sui progressi delle scienze, nel quale trovarono posto le più insignificanti ricerche anatomiche, non ha una sola parola per questo memorabile lavoro. Anche il Goethe, che si interessava così vivamente per la filosofia naturale francese, per « i pensieri degli spiriti parenti d'oltre-Reno », non cita in alcun luogo Lamarck e non sembra affatto avere conosciuto la *Philosophie zoologique*. L'alta fama che si acquistò il Lamarck come naturalista, egli non la deve al suo importantissimo lavoro generale, ma a numerosi lavori speciali sopra animali inferiori, specialmente molluschi, come pure ad una eccellente *Storia naturale degli animali invertebrati*, che apparve nel

1815-1822 in sette volumi. Il primo volume di questa celebre opera (1815) contiene pure nell'introduzione generale un'esposizione particolareggiata della sua teoria della discendenza. Della non comune importanza della *Philosophie zoologique* non potrei forse darvene un'idea meglio che citando qui alcune delle più importanti proposizioni che vi sono contenute:

« Le divisioni sistematiche, classi, ordini, famiglie, generi e specie non sono, come le loro denominazioni, prodotti artificiali arbitrari dell'uomo. Le specie degli organismi sono di diversa età, sviluppate le une dopo le altre, e mostrano una costanza solo relativa, temporanea; dalle varietà vengon fuori specie. La diversità nelle condizioni vitali modifica l'organizzazione, la forma generale e le parti degli animali, ciò che fa pure l'uso e non uso degli organi. Nei primordi sono apparsi solo gli animali e vegetali più semplici ed inferiori e solo al fine quelli di più complessa struttura. Il processo d'evoluzione della terra e della sua popolazione organica fu affatto continuo, non interrotto da grandi rivoluzioni. La vita non è che un fenomeno fisico: tutti i fenomeni vitali riposano su cause meccaniche, fisiche e chimiche, le quali poi riposano sulle proprietà della materia organica. Gli animali più semplici ed i vegetali più semplici, che stanno all'infimo grado dell'organizzazione, sono nati e nascono ancora oggidì per generazione spontanea. Tutti i corpi naturali viventi od organismi sono soggetti alle stesse leggi naturali come i corpi naturali inanimati od anorgani. Le idee ed attività dell'intelletto sono fenomeni di moto del sistema nerveo centrale. La volontà non è mai realmente libera. La ragione è solo un più alto grado d'evoluzione e collegamento dei giudizi ».

Sono veramente vedute meravigliosamente ardite, grandiose e di gran portata quelle che il Lamarck esponeva in tal modo ottant'anni fa, in un tempo in cui si era ben lungi dall'avere, come oggi, la possibilità di fondarle con prove di fatto. Voi vedete che l'opera del Lamarck è propriamente un sistema naturale completo, strettamente monistico, che tutti i principii generali fondamentali della biologia monistica sono già da lui sostenuti: l'unità delle cause agenti nella natura organica e nell'anorganica, l'aver queste cause per base ultima le proprietà chimiche e fisiche della materia, la mancanza di una speciale forza vitale o di una causa finale organica; l'origine di tutti gli organismi da alcuni pochi stipiti semplicissimi od esseri primordiali, nati per generazione spontanea dalla materia anorganica; il corso continuato dell'intera storia della terra; la mancanza di grandi e totali rivoluzioni terrestri e, in generale, la inconcepibilità di ogni miracolo, di ogni intervento soprannaturale nel corso naturale dell'universo.

La ragione per cui il meraviglioso lavoro intellettuale del Lamarck non fu quasi affatto apprezzato sta, in parte, nella smisurata grandezza del passo di gigante con cui egli precedette un mezzo secolo, in parte anche nella deficienza delle sue prove empiriche e nel modo spesso alquanto unilaterale con cui egli condusse la sua dimostrazione. Come cause meccaniche più prossime che producono la costante modificazione delle forme organiche, il Lamarck riconobbe giustamente i rapporti dell'*adattamento* mentre egli, con perfetta ragione, riconduce la somiglianza di forma delle varie specie, generi, famiglie ecc. alla loro consanguineità. L'adattamento, secondo lui, consiste in ciò che il costante lento modificarsi del mondo esterno produce una corrispondente modificazione nelle attività e perciò anche nelle forme stesse degli organismi. In ciò però egli dà la massima importanza all'azione della *abitudine*, all'uso e non uso degli organi. Certamente ciò, come vedrete più tardi, ha grandissima importanza per la

modificazione delle forme organiche. Tuttavia è generalmente impossibile volere spiegare solo o prevalentemente con ciò la modificazione delle forme nel modo con cui fece il Lamarck. Egli dice, per esempio, che il lungo collo della giraffa sia nato dal suo costante allungare il collo verso gli alti alberi cercando di cogliere le foglie dai loro rami; poichè la giraffa vivendo per solito in luoghi aridi, dove solo le foglie degli alberi possono darle nutrimento, essa era costretta a questo sforzo. Così pure le lunghe lingue dei picchi, colibri, e formichieri sono nate dall'abitudine di tirar fuori il nutrimento da stretti e profondi canali o fessure. Le membrane fra le dita dei piedi natatorii delle rane ed altri animali acquatici sono nate solamente dal continuo sforzarsi a nuotare, dallo spingere coi piedi nell'acqua, dagli stessi moti natatorii. Queste abitudini si fissarono per eredità sui discendenti e, per ulteriore modificazione di questi, gli organi si sono alfine affatto trasformati. Per quanto giusto sia in complesso questo pensiero fondamentale, tuttavia il Lamarck dà un peso troppo esclusivo all'abitudine (uso e non uso degli organi), che certamente è una delle più importanti cause delle variazioni di forma, ma non la sola. Ciò tuttavia non ci può impedire di riconoscere che il Lamarck comprendeva affatto giustamente l'azione reciproca dei due agenti formatori organici: l'adattamento e l'eredità. Solo gli mancò l'importantissimo principio della « scelta naturale nella lotta per la vita » stabilito solo 50 anni dopo dal Darwin.

Come speciale merito del Lamarck si deve ancora far notare che egli cercò già di dimostrare lo *sviluppo del genere umano* da altri mammiferi, più prossimamente da pitecoidi. Anche qui fu di nuovo in prima linea alla abitudine che egli attribuì l'influsso modificatore, nobilitante. L'erezione del tronco, il costante sforzo di mantenersi ritti, condussero dapprima ad una trasformazione delle estremità, ad un più forte differenziamento delle estremità anteriori dalle posteriori, il quale serve a ragione come uno dei più essenziali caratteri distintivi fra l'uomo e le scimmie. Alle estremità posteriori si svilupparono polpacci e piante dei piedi piatte, alle anteriori braccia per afferrare e mani. L'incesso eretto ebbe subito come conseguenza una più libera visione dell'ambiente e con ciò un notevole progresso dello sviluppo intellettuale. In tal modo gli uomini-scimmie acquistarono presto una grande preponderanza sulle altre scimmie ed anche su tutti i circostanti organismi. Per affermare la loro signoria sopra di questi essi si riunirono in società, e si sviluppò, come in tutti gli animali che fanno vita comune, la necessità di comunicare i loro desiderii e pensieri. Così nacque la necessità del linguaggio, i cui suoni in principio affatto rozzi ed inarticolati divennero poco alla volta connessi, modificati ed articolati. Dallo sviluppo del linguaggio articolato venne poi di nuovo la più forte spinta ad un ulteriore sviluppo progressivo dell'organismo e soprattutto del cervello, e così poco alla volta e lentamente gli uomini-scimmie si trasformarono in veri uomini. La vera discendenza degli infimi e più rozzi uomini primitivi dalle scimmie più sviluppate fu dunque già dal Lamarck affermata nel modo più reciso e sostenuta con una serie di importantissime prove.

Come il più importante dei naturalisti-filosofi francesi non viene considerato per solito il Lamarck, ma invece Etienne Geoffroy St.-Hilaire (il più vecchio) nato nel 1771, quello stesso pel quale si interessava specialmente il Goethe, e che noi abbiamo già conosciuto più sopra come il più deciso avversario del Cuvier. Egli sviluppò le sue idee della modificazione delle specie organiche già verso la fine del secolo scorso, ma le pubblicò solo nell'anno 1828, e le difese più valorosamente negli anni seguenti, specialmente nel 1830, contro al Cuvier. Il Geoffroy St.-Hilaire ammise essenzialmente la teoria lamarckiana della discendenza, credette tuttavia che la trasformazione

delle specie animali e vegetali non provenisse tanto dalla attività propria dell'organismo, per abitudine, esercizio, uso e non uso degli organi, quanto piuttosto dal « *monde ambiant* », cioè dal costante modificarsi del mondo esterno, specialmente dell'atmosfera. Egli considera l'organismo come piuttosto passivo di fronte alle condizioni vitali del mondo esterno; il Lamarck, per contro, come più attivo. Il Geoffroy crede, per esempio, che solo per la diminuzione dell'acido carbonico nell'atmosfera da rettili lacertiformi si siano sviluppati gli uccelli, diventando più vivace e più energico il processo respiratorio in causa della maggiore abbondanza di ossigeno. Da ciò nacque una più alta temperatura del sangue, una cresciuta attività nervea e muscolare, dalle squame dei rettili nacquero le penne degli uccelli, ecc. Anche in fondo di questo concetto c'è un'idea giusta. Ma se anche non si può negare che una variazione nell'atmosfera come la variazione di qualunque altra condizione esterna di esistenza produca direttamente o indirettamente delle modificazioni nell'organismo, tuttavia questa sola causa è per se stessa troppo insignificante per poterle attribuire una tale azione. Essa è anche meno importante che l'uso e non uso degli organi su cui ha troppo esclusivamente insistito il Lamarck. Il merito principale del Geoffroy St.-Hilaire sta nell'aver fatto valere di fronte alla potente influenza di Cuvier il concetto monistico della natura, l'unità della formazione organica e il profondo collegamento genealogico delle diverse forme organiche. Nella precedente conferenza ho già ricordate (pag. 52) le celebri lotte fra i due grandi avversarii nell'Accademia di Parigi, specialmente i due ardenti conflitti del 22 febbraio e del 19 luglio 1830 cui il Goethe prese vivissimo interesse. Allora rimase come riconosciuto vincitore il Cuvier, e da quel tempo poco si è fatto in Francia per l'ulteriore sviluppo della teoria della discendenza, e per la costruzione d'una teoria monistica dell'evoluzione. Certamente ciò si deve ascrivere all'influenza contraria esercitata dalla grande autorità del Cuvier. In nessun paese scientificamente colto d'Europa la dottrina di Darwin ha esercitato così poca azione ed è stata così poco compresa come in Francia. L'Accademia delle scienze di Parigi ha persino respinto più volte la proposta di nominar suo membro il Darwin prima di concedergli quest'alto onore. Fra i naturalisti francesi moderni (anteriori a Darwin) si devono ancora rilevare due segnalati botanici, Naudin (1852) e Lecoq (1854), i quali osarono esprimersi in favore della variabilità e trasformazione delle specie.

Dopo di aver ricordati i meriti antichi della filosofia naturale tedesca e francese per la fondazione della teoria della discendenza, volgiamoci ora all'Inghilterra la quale dall'anno 1859 è divenuta veramente il focolare da cui è venuto l'ulteriore perfezionamento e lo stabilimento definitivo della teoria dell'evoluzione. Al principio del nostro secolo gli Inglesi non si interessarono che mediocremente alla filosofia naturale del continente ed alla teoria della discendenza che ne segna il più importante progresso. Quasi il solo antico naturalista inglese che noi dobbiamo qui nominare è Erasmo Darwin, l'avo del riformatore della teoria della discendenza. Egli pubblicò nell'anno 1794 sotto il titolo *Zoonomia*, un'opera di filosofia naturale in cui egli esprime concetti affatto simili a quelli di Goethe e di Lamarck, senza che tuttavia egli avesse allora saputo mai nulla di questi uomini. Anche allora la teoria della discendenza mancava di base. Anche Erasmo Darwin dà gran peso alla trasformazione delle specie animali e vegetali per la loro propria attività vitale, per l'abituarsi a cambiate condizioni di esistenza, ecc. Quindi, nell'anno 1822, W. Herbert si esprime in questo senso che le specie di animali e di piante non siano altro che varietà divenute costanti. Così pure nel 1826 il Grant in Edimburgo spiegò che nuove specie

nascono per diuturna modificazione da specie esistenti. Nel 1841 affermò il Freke che tutti gli esseri organici devono discendere da un'unica forma primitiva. Più estesamente ed in chiarissima forma filosofica dimostrò Erberto Spencer, nel 1852, la necessità della dottrina della discendenza e diede a questa una più ampia base nei suoi eccellenti *Essays*, comparsi nel 1858, e nei *Principles of Biology*, comparsi più tardi (1865). Lo Spencer ha nello stesso tempo il grande merito di avere applicata la teoria dell'evoluzione alla psicologia e di aver mostrato che anche le attività psichiche e le forze mentali poterono solo essere gradatamente ereditate e sviluppate poco alla volta. Finalmente bisogna ancora notare che nel 1859 il primo fra i zoologi inglesi, l'Huxley, designò la teoria della discendenza come sola ipotesi della creazione che sia compatibile colla fisiologia scientifica. Nello stesso anno apparve l'*Introduzione alla flora tasmaniana*, nella quale il celebre botanico inglese Hooker accetta la teoria della discendenza e la appoggia con importanti osservazioni proprie.

Tutti i naturalisti e filosofi che in questo breve cenno storico voi avete imparato a conoscere come fautori della teoria dell'evoluzione arrivarono nel caso migliore al concetto che tutte le diverse specie animali e vegetali, che in qualsivoglia epoca hanno vissuto sulla terra o vi vivono tuttora, sono i discendenti progressivamente mutati e trasformati di una sola o di poche semplicissime forme-stipiti primitive; e che queste ultime sono nate un dì per generazione primordiale (*generatio spontanea*) dalla materia anorganica. Ma a nessuno di quei naturalisti-filosofi riuscì di stabilire causalmente questo concetto fondamentale della dottrina della discendenza e di spiegare la trasformazione delle specie organiche riconoscendo realmente le cause meccaniche di essa. Solo al Darwin riuscì di sciogliere questo difficile problema e da ciò proviene l'enorme distacco che c'è fra lui ed i suoi predecessori.

Il merito straordinario del Darwin è, a mio parere, duplice: prima di tutto la teoria della discendenza, il cui concetto fondamentale era già stato chiaramente espresso da Goethe e Lamarck, è stata da lui sviluppata in modo molto più comprensivo, seguita più addentro e condotta in modo molto più rigorosamente concatenato che dai suoi predecessori; in secondo luogo egli ha stabilito una nuova teoria che ci svela le cause naturali della evoluzione organica, le vere cause che producono le forme organiche, che fanno variare e trasformare le specie animali e vegetali. Questa è la teoria della scelta naturale (*Selectio naturalis*).

Per apprezzare giustamente l'importanza di questo suo doppio merito, si deve pensare che quasi tutta la biologia prima di Darwin era ligia agli opposti concetti, e che per quasi tutti i zoologi ed i botanici l'assoluta costanza delle forme organiche era nell'esame delle forme una premessa sottintesa. Il falso dogma della costanza e dell'origine indipendente delle singole specie aveva una così alta autorità e un credito così generale ed era inoltre, osservando superficialmente, così favorito dalle fallaci apparenze che veramente ci voleva non poco coraggio e forza ed intelletto per erigersi così a riformatore e demolire l'edificio scientifico che si era artificiosamente fabbricato sopra di esso. Inoltre il Darwin ci recò ancora il nuovo ed importantissimo concetto fondamentale della « scelta naturale ».

È necessario separare nettamente questi due punti — per solito invero non lo si fa —; si deve distinguere nettamente: primo la *teoria lamarckiana della discendenza* la quale afferma solo *che* tutte le specie di animali e di piante discendono da comuni, semplicissime forme primitive originatesi spontaneamente — e in secondo

luogo la *teoria darwiniana della selezione*, la quale ci indica *perchè* abbia avuto luogo questa progressiva trasformazione delle forme organiche, quali cause meccaniche producano la continua nuova formazione e la sempre crescente molteplicità degli animali e delle piante.

Il merito immortale del Darwin può solo aspettarsi di essere pienamente e giustamente apprezzato quando, dopo la caduta di tutte le opposte teorie della creazione, la teoria dell'evoluzione sarà riconosciuta come il supremo principio esplicativo dell'antropologia e perciò anche di tutte le altre scienze. Presentemente mentre in questa ardente lotta per la verità il nome di Darwin serve di bandiera ai partigiani della teoria dell'evoluzione naturale, il suo merito vien spesso svisato in sensi opposti. Non raramente gli uni tendono tanto ad apprezzarlo oltre misura quanto gli altri ad abbassarlo.

I meriti del Darwin vengono esagerati quando lo si designa come il fondatore della teoria della discendenza o persino di tutta la teoria dell'evoluzione. Come avete potuto ricavare dal quadro storico di questo e del precedente capitolo la teoria dell'evoluzione in se stessa non è nuova; tutti i filosofi della natura che non volevano gettarsi cogli occhi bendati in balìa del dogma di una creazione soprannaturale dovettero ammettere un'evoluzione naturale. Ma anche la teoria della discendenza, questa grande sezione biologica della teoria universale dell'evoluzione, fu già dal Lamarck chiaramente espressa e condotta sino alle più importanti conseguenze per modo che noi dobbiamo onorare in lui il vero fondatore di essa. Perciò non si deve chiamare *Darwinismo* la teoria della discendenza, ma solo la teoria della selezione.

Naturalmente è poi deprezzato il merito del Darwin da tutti i suoi avversari. Tuttavia di avversarii scientifici che siano autorizzati da una *solida istruzione biologica* ad emettere un giudizio, a dir vero, non si può più parlare. Poichè fra tutti gli scritti pubblicati contro il Darwin e la teoria della discendenza nessuno, eccettuati quelli dell'Agassiz, può nemmeno pretendere di esser preso in considerazione, peggio poi di essere confutato; tanto si vede chiaramente che son scritti senza una conoscenza sufficiente dei fatti biologici o senza una chiara intelligenza del loro valore filosofico. Quanto agli attacchi dei teologi ed altri profani che della natura non ne sanno assolutamente nulla, i naturalisti non hanno da preoccuparsene oltre.

Il più celebre e più deciso avversario scientifico di Darwin era Luigi Agassiz. Egli rigettava affatto tutta la teoria dell'evoluzione. La opposizione che egli fece per principio merita considerazione, non foss'altro che a titolo di curiosità filosofica. Nella traduzione francese (apparsa a Parigi nel 1869) del suo *Essay on Classification* che abbiamo già precedentemente esaminato, l'Agassiz ha dato la forma più decisa all'opposizione al « Darwinismo » che egli aveva già prima variamente manifestata. Egli ha aggiunto a questa traduzione una speciale appendice, lunga 16 pagine, che porta il titolo *Le Darwinisme. Classification de Haeckel*. In questo strano capitolo si possono leggere le cose più meravigliose, come per esempio: « L'idea del Darwin è una concezione *a priori*. — Il Darwinismo è un travestimento dei fatti. — Il Darwinismo esclude la quasi totalità delle conoscenze acquistate per conservare ed assimilarsi solo quello che può servire alla sua dottrina! ».

Questo si chiama prendere le cose affatto alla rovescia! Il biologo, che conosce i fatti, deve rimaner stupefatto del coraggio con cui l'Agassiz emette tali sentenze, sentenze in cui non c'è una sillaba di vero ed a cui egli stesso non può credere! La forza incrollabile della teoria della discendenza sta appunto in ciò che tutti i fatti

biologici sono spiegabili solamente con essa, senza di lei all'incontro rimangono miracoli incomprensibili. Tutte le « conoscenze acquistate » da noi nell'anatomia comparata e nella fisiologia, nell'embriologia e nella paleontologia, nella dottrina della distribuzione geografica e topografica degli organismi, ecc. sono tutte testimonianze incontrastabili della verità della teoria della discendenza.

Con Luigi Agassiz nel dicembre 1873 è disceso nella tomba l'ultimo avversario del Darwinismo che ad ogni modo meritasse di esser preso scientificamente in considerazione. Il suo ultimo scritto (apparso solo dopo la sua morte nell'*Atlantic Monthly* del gennaio 1874) tratta lo « sviluppo e permanenza del tipo »; esso è specialmente diretto contro alle teorie del Darwin ed alle mie teorie filogenetiche. Ma il vero nucleo della questione non vi è quasi toccato. La straordinaria debolezza di quest'ultimo tentativo mostra meglio di tutto che l'arsenale dei nostri avversarii è interamente esaurito.

Nella mia *Morfologia generale* (4), e specialmente nel sesto libro di essa (nella *filogenesi generale*), io ho confutato accuratamente l'*Essay on Classification* dell'Agassiz in tutti i suoi punti essenziali. Nel mio 24° capitolo ho esaminato estesamente e con rigore scientifico quella parte che egli stesso riteneva essere la più importante del suo lavoro (sulle categorie del sistema); io credo di aver dimostrato che tutta questa parte non è altro che un castello in aria senza alcuna traccia di reale fondamento. L'Agassiz si è però ben guardato dal darsi per inteso di questa confutazione, nè era certo in grado di opporvi qualche cosa di plausibile. Egli non combattè con prove, ma solo con frasi! Una simile opposizione però non varrà a ritardare la vittoria completa della teoria dell'evoluzione, essa varrà anzi ad accelerarla.



SESTA CONFERENZA

Teoria evolutiva di Lyell e di Darwin.

I principii di geologia di Carlo Lyell. — Sua storia naturale della evoluzione terrestre. — Origine delle più grandi azioni per accumulazione di cause piccole. — Lunghezza illimitata dei tempi geologici. — Confutazione della storia cuvieriana della creazione per opera di Lyell — Stabilimento della ininterrotta continuità della evoluzione terrestre per opera di Lyell e Darwin. — Notizie biografiche su Carlo Darwin. — Suoi lavori scientifici. — Sua teoria dei banchi di corallo. — Sviluppo della teoria della selezione. — Una lettera di Darwin. — Contemporanea pubblicazione della teoria della selezione di Carlo Darwin e di Alfredo Wallace. — Studii del Darwin sugli animali domestici e sulle piante coltivate. — Idee di Andrea Wagner sulla creazione speciale degli organismi coltivati fatta a pro dell'uomo. — L'albero della scienza nel paradiso. — Paragone degli organismi selvaggi e coltivati. — Studii del Darwin sui piccioni domestici. — Importanza dell'allevamento dei piccioni. — Comune origine di tutte le razze di piccioni.

Signori!

Negli ultimi tre decennii che trascorsero prima dell'apparizione dell'opera di Darwin, dall'anno 1830 all'anno 1859, nelle scienze naturali organiche rimasero dominanti le opinioni di Cuvier sulla creazione. Si aderiva alla credenza antiscientifica che nel corso della storia della terra una serie di inesplicabili rivoluzioni avessero periodicamente distrutto tutto il mondo animale e vegetale, e che alla fine di ogni rivoluzione, al principio di un nuovo periodo, fosse apparsa una nuova edizione migliorata ed accresciuta della popolazione terrestre. Veramente il numero di queste edizioni della creazione era molto incerto e in realtà non lo si poteva stabilire; di più i numerosi progressi che si erano fatti nel frattempo in tutti i rami della zoologia e della botanica accennavano sempre più pressantemente alla insostenibilità di quella infondata ipotesi di Cuvier ed alla verità della teoria naturale dell'evoluzione del Lamarck; ma ciononostante la prima seguitò quasi generalmente ad aver corso fra i biologi. Ciò si deve ascrivere prima di tutto all'alta autorità che si era acquistato il Cuvier; qui si mostra di nuovo in modo evidente quanto sia dannoso per la vita evolutiva dell'uomo il credere ad una determinata autorità — l'autorità di cui il Goethe disse una volta giustissimamente: che essa eternizza ciò che dovrebbe passare, che essa rimuove e lascia perire ciò che dovrebbe essere conservato, e che è soprattutto sua colpa se l'umanità rimane stazionaria.

Oltre al grande peso dell'autorità del Cuvier, fu anche d'impedimento la grande forza dell'inerzia umana la quale difficilmente si decide ad abbandonare l'ampia via delle credenze quotidiane per entrare in un sentiero nuovo, ancora poco comodamente tracciato; essa ci spiega come la teoria lamarckiana della discendenza riuscì ad essere accettata solo nel 1859, dopochè il Darwin le ebbe dato un nuovo fondamento. Il terreno propizio per essa era già stato da lungo tempo preparato, e ciò in modo affatto

speciale per merito di un altro naturalista inglese, Carlo Lyell, morto nel 1875; noi dobbiamo necessariamente fermarci un istante sulla sua grande importanza per la « storia naturale della creazione ».

Sotto il titolo di *Principii di Geologia* (*Principles of Geology*) (11) Carlo Lyell pubblicò nel 1830 un'opera classica la quale trasformò fondamentalmente la storia dell'evoluzione terrestre; essa la riformò in modo simile a quello in cui 30 anni più tardi l'opera di Darwin trasformò la biologia. Il memorabile libro di Lyell, che distrusse completamente l'ipotesi cuvieriana della creazione, apparve nello stesso anno in cui il Cuvier festeggiava il suo grande trionfo sopra la filosofia naturale e stabiliva per tre decennii il suo dominio sul campo della morfologia. Il Cuvier colla sua ipotesi artificiale della creazione e l'annessa teoria delle catastrofi aveva interamente fatto perdere la strada ad una teoria naturale dell'evoluzione ed aveva tagliato il filo della spiegazione naturale. Il Lyell le aprì di nuovo una via libera e diede luminosamente la prova geologica che quei concetti dualistici di Cuvier erano altrettanto infondati quanto interamente inutili. Quelle stesse modificazioni della superficie terrestre le quali avvengono anche ora sotto i nostri occhi spiegano, secondo il Lyell, in modo completamente sufficiente tutto ciò che noi sappiamo dello sviluppo della crosta terrestre; egli è perciò affatto superfluo ed inutile di andar a cercare delle cause inesplicabili in problematiche rivoluzioni. Non è oramai più necessario di ricorrere ad altro che a straordinariamente lunghi lassi di tempo per spiegare nel modo più semplice e più naturale l'origine della struttura della crosta terrestre colle stesse cause che agiscono tuttora. Molti geologi avevano pensato una volta che le più alte catene montuose della terra non potessero essersi originate che per via di enormi rivoluzioni trasformanti una gran parte della superficie terrestre, e specialmente a colossali eruzioni vulcaniche. Catene montuose, come per esempio le Alpi o le Cordigliere, sarebbero ad un tratto emerse fuori dall'interno igneo-fluido della terra per una enorme fessura della crosta terrestre. Il Lyell mostrò all'incontro che noi possiamo spiegarci naturalissimamente lo sviluppo di tali immense catene montuose per mezzo degli stessi lenti ed impercettibili sollevamenti ed abbassamenti della superficie terrestre che avvengono continuamente anche oggidì, e le cui cause non hanno nulla di meraviglioso. Se anche questi abbassamenti e sollevamenti non importano forse in un secolo che un dislivello di un paio di pollici od anche di alcuni piedi, tuttavia durando alcuni milioni d'anni essi possono perfettamente bastare a dar origine alle più alte catene montuose. Anche l'azione meteorologica dell'atmosfera, l'azione della pioggia e della neve, infine il battere delle onde contro le coste, cause che per se stesse sembrano aver solo un'azione insignificante, devono pure portare grandissime modificazioni se la loro azione perdura per lunghi periodi di tempo. *La somma delle più piccole cause produce le maggiori azioni.* La goccia d'acqua scava la pietra.

Noi dovremo necessariamente ritornare più tardi sull'immensa lunghezza dei *periodi geologici* che qui è richiesta; perchè anche per la teoria di Darwin, tanto come per quella di Lyell, è indispensabile ammettere tali immensità di tempo. Se la terra ed i suoi organismi si sono realmente sviluppati per via naturale, questo lento e graduale sviluppo deve in ogni caso aver richiesto una durata tale che passa ogni concetto della nostra immaginazione. Poichè dunque molti vedono appunto in ciò una delle difficoltà capitali di quelle teorie evolutive, io voglio qui notare in anticipazione che noi non abbiamo il minimo motivo ragionevole per limitarci in qualche modo il tempo richiesto. Che non solo molti profani, ma persino eminenti naturalisti facciano

valere come obbiezione capitale a queste teorie il fatto che esse presuppongano troppo lunghi periodi di tempo, è cosa appena concepibile. Poichè non si riesce affatto a vedere che cosa mai ci potrebbe limitare nell'assumere tali periodi. Noi sappiamo da molto tempo, vista la struttura e visto lo spessore della crosta terrestre stratificata, che la formazione di questa, il deporsi delle roccie nettuniche in seno all'acqua, deve aver durato almeno più milioni d'anni. Dal punto di vista di una rigorosa filosofia naturale è affatto indifferente che noi ammettiamo ipoteticamente per questo processo dieci milioni o diecimila bilioni d'anni. Davanti e dietro a noi c'è l'eternità. Se molti rifuggono dall'immaginarsi simili enormi durate, ciò si deve ai falsi concetti che ci son stati impressi sin dalla nostra prima gioventù sulla storia terrestre che non dovrebbe aver durato più di qualche migliaio d'anni. Come ha mostrato con evidenza Alberto Lange nella sua eccellente storia del materialismo (12), partendo da un punto di vista rigorosamente critico è molto più lecito ad una ipotesi scientifica di assumere i periodi di tempo troppo lunghi che troppo brevi. Qualsiasi processo evolutivo è tanto più facilmente concepibile quanto più esso dura a lungo. Un lasso di tempo breve e limitato è per esso già *a priori* il meno verosimile.

Noi non abbiamo tempo qui ad addentrarci più nell'esame dell'eccellente opera del Lyell, e perciò rileveremo solo il più importante risultato di essa, che cioè essa confutò interamente la storia della creazione di Cuvier colle sue mitiche rivoluzioni; al suo posto subentrò semplicemente la costante modificazione della crosta terrestre per mezzo della diuturna azione delle forze che ancora adesso agiscono sulla superficie terrestre, l'azione dell'acqua e dell'interno vulcanico della terra. Il Lyell constatò dunque una continua ininterrotta concatenazione di tutta la storia terrestre e la dimostrò così incontrastabilmente e fondò così luminosamente la dominazione delle « *existing causes* », delle cause tuttora agenti e perduranti delle metamorfosi della corteccia terrestre, che in breve tempo la geologia abbandonò completamente l'ipotesi di Cuvier.

Ora è però notevole che la paleontologia, la scienza dei fossili, in quanto fu trattata da botanici e zoologi, sia rimasta apparentemente quasi estranea a questo grande progresso della geologia. La biologia seguitò ancora ad ammettere quel ripetersi di nuove creazioni di piante e di animali al principio di ogni nuovo periodo della storia terrestre, sebbene quest'ipotesi di singole creazioni messe al mondo così a spinte non ammettendo le rivoluzioni fosse diventata un puro controsenso e non si reggesse più. È evidentemente al tutto illogico ammettere una nuova creazione speciale di tutto il mondo animale e vegetale in determinati tratti di tempo senza che la corteccia stessa della terra subisca allo stesso tempo qualche notevole rivolgimento generale. Nondimeno, malgrado che quel concetto fosse strettamente connesso colla teoria delle catastrofi di Cuvier, esso rimase dominante dopochè quest'ultima era già stata distrutta.

Ora era riservato al grande naturalista inglese Carlo Darwin il togliere completamente questo disaccordo; egli dimostrò chiaramente che anche il mondo vivente ha una storia altrettanto continuamente concatenata quanto la corteccia anorganica della terra; che anche gli animali e le piante son nati così gradatamente per trasformazione gli uni dagli altri come le mutevoli conformazioni della crosta terrestre, dei continenti e dei mari che li circondano e li dividono, sono derivate da conformazioni precedenti affatto diverse da esse. Sotto questo rapporto noi possiamo ben dire: che il Darwin portò nel dominio della zoologia e della botanica lo stesso progresso che aveva portato il suo grande compatriota Lyell nel dominio della geologia.

Per opera di entrambi fu provata l'*ininterrotta connessione dell'evoluzione storica* e dimostrata una graduata modificazione di diversi stati successivi.

Ora il merito principale del Darwin, come abbiamo già mostrato nella conferenza precedente, è duplice. Prima di tutto la teoria della discendenza presentata da Lamarck e da Goethe, fu da lui trattata complessivamente e in modo molto più esteso e più connesso che non era stato fatto da tutti i suoi predecessori. In secondo luogo però egli ha dato a questa teoria della discendenza, per mezzo della teoria della selezione, che gli è propria, il fondamento causale, cioè egli ha riconosciute le *cause efficienti delle modificazioni* di cui la teoria della discendenza aveva affermata l'esistenza solo col nome di *fatti*. La teoria della discendenza introdotta nel 1809 nella biologia dal Lamarck afferma *che* tutte le diverse specie di animali e di piante derivano da una sola o da poche semplicissime forme primordiali nate spontaneamente. La teoria della selezione fondata nel 1859 dal Darwin ci mostra *perchè* ciò dovesse essere, essa ci fa vedere le cause efficienti così bene come poteva desiderarlo il Kant; nel campo delle scienze naturali organiche il Darwin è realmente diventato quel nuovo Newton, di cui il Kant credette di poter profeticamente negare la venuta.

Prima di passare ora alla teoria di Darwin, noi vogliamo premettere alcune parole sulla personalità di questo grande naturalista, sulla sua vita, e sulla via per cui egli giunse a stabilire la sua teoria. La sua completa biografia (in tre volumi) è stata pubblicata nel 1887 da uno dei suoi figli, Francesco Darwin (21). Carlo Roberto Darwin nacque il 12 febbraio 1809 a Shrewsbury sul fiume Severn, e morì il 19 aprile 1883 nella sua terra di Down, nella contea di Kent, all'età di 73 anni. All'età di 17 anni (1825) entrò all'Università di Edinburg e due anni più tardi al *Christ's college* di Cambridge. Aveva appena 22 anni quando nel 1831 venne chiamato a far parte di una spedizione scientifica mandata dagli Inglesi collo scopo soprattutto di esplorare più esattamente l'estremità meridionale dell'America del Sud e di esaminare diversi punti del mare del Sud. Questa spedizione, come tanti altri celebri viaggi di scoperta apparecchiati dall'Inghilterra, aveva scopi diversi, altri scientifici, altri pratici, relativi alla navigazione. La nave, comandata dal capitano Fitz-roy, portava il nome simbolico e adattissimo di « Beagle », cioè bracco. Il viaggio del « Beagle », che durò cinque anni, ebbe la massima importanza per l'intero sviluppo di Darwin: già nel primo anno, quand'egli per la prima volta calcò il suolo dell'America del Sud, si sviluppò in lui il germe della teoria della discendenza, germe che più tardi egli condusse a sì completa fioritura. Il viaggio stesso fu descritto dal Darwin in un'opera tradotta in italiano da Michele Lessona; esso è scritto in modo molto attraente e getta molta luce sugli svariati talenti del giovane naturalista (13). Nella descrizione di questo viaggio non solo vi si presenta in modo molto attraente la simpatica personalità di Darwin, ma ancora vi potete più d'una volta riconoscere le traccie della via per cui egli arrivò ai suoi concetti. Come risultato di questo viaggio apparve dapprima una grande pubblicazione scientifica, alla cui parte zoologica e geologica il Darwin contribuì notevolmente, poi un segnalato lavoro dello stesso sulla formazione dei banchi di corallo, il quale avrebbe bastato da solo a circondare di durevole fama il suo nome. Come è noto le isole del Pacifico son formate per la massima parte da scogliere di corallo o sono circondate da esse. Non si era potuto spiegare prima in modo soddisfacente le diverse e notevoli forme di quelle scogliere ed i loro rapporti colle isole non costituite da coralli. Solo al Darwin era riservato di sciogliere questo difficile quesito, prendendo in considerazione, per spiegare l'origine delle diverse forme di scogliere, non solo il

lavoro dei polipi coralligeni, ma anche i sollevamenti ed abbassamenti geologici del fondo del mare. La teoria darwiniana dell'origine delle scogliere di corallo è, come l'altra sua posteriore dell'origine delle specie organiche, una teoria che spiega completamente i fenomeni, ricorrendo solo alle più semplici cause naturali, senza appoggiarsi ipoteticamente su alcuna sorta di processi incogniti. Fra gli altri primi lavori del Darwin bisogna ancora rilevare le sua bella monografia dei cirripedi, notevole classe di animali marini che nell'aspetto esterno rassomigliano a molluschi e che di fatto furono dal Cuvier creduti molluschi bivalvi, mentre essi appartengono in realtà ai crostacei.

Di ritorno dal suo gran viaggio, il Darwin visse sei anni (1836-1842) parte a Londra, parte a Cambridge. Nell'inverno del 1839 egli sposò la sua cugina Emma Wedgwood. Gli straordinari strapazzi cui era stato sottoposto nei cinque anni del viaggio del « Beagle » avevano così alterata la sua salute, che egli dovette presto ritirarsi dalla vita agitata di Londra. Egli si comperò, nell'autunno 1842, una villa nel piccolo villaggio di Down presso a Bromley nella contea di Kent (lontana appena un'ora di ferrovia da Londra). In questo tranquillo ritiro egli visse quarant'anni, occupato indefessamente in lavori scientifici sino alla fine della sua vita. La lontananza dal tumulto della grande metropoli, la tranquilla relazione colla semplice natura, e la vita felice in seno alla sua famiglia gli tennero sempre viva la volontà e la forza di lavorare malgrado la sua malferma salute. Libero dalle diverse faccende che a Londra avrebbero dissipato le sue forze, egli potè concentrare tutta la sua attività nello studio del gran problema cui si era rivolto in seguito a quel viaggio. Per mostrarvi quali furono durante la sua circumnavigazione le osservazioni che sopra tutto svegliarono in lui il pensiero fondamentale della teoria della selezione, ed in qual guisa egli lo sviluppò ulteriormente, permettetemi di comunicarvi un brano di una lettera che il Darwin mi indirizzava l'8 ottobre 1864:

« Nell'America del Sud *tre classi di fenomeni* mi impressionarono soprattutto molto vivamente: *primo*, il modo in cui specie affinissime si rappresentano e sostituiscono l'una coll'altra quando si va dal nord al sud; *secondo*, la stretta parentela delle specie che abitano le isole vicine all'America del Sud con quelle proprie della vicina terraferma; ciò mi gettò in profondo stupore, soprattutto vista la diversità di quelle specie che abitano le isole poco distanti dell'Arcipelago delle Galapagos; *terzo*, la stretta relazione dei mammiferi sdentati (*edentata*) e rosicanti (*rodentia*) tuttora viventi colle specie estinte. Non dimenticherò mai lo stupore che ho provato quando dissotterrai un gigantesco pezzo di corazza simile a quello di un armadillo vivente.

« Ripensando su questi fatti e paragonandoli ad alcuni fenomeni simili, mi sembrò verosimile che specie vicinissime potessero originare da uno stipite comune. Ma per alcuni anni non potei concepire come ogni singola forma potesse essere così ben adattata alle sue speciali condizioni di vita. Io cominciai allora a studiare sistematicamente gli animali domestici e le piante ortensi, e dopo un certo tempo vidi chiaramente che la più importante forza modificatrice negli allevamenti fatti dall'uomo stava nell'utilizzare che egli fa per una cultura ulteriore individui già scelti. Avendo molto studiato il modo di vita ed i costumi degli animali, io era preparato ad apprezzare giustamente la lotta per la vita; ed i miei lavori geologici mi diedero un'idea dell'enorme lunghezza delle epoche trascorse. Avendo allora letto, per un caso fortunato, il libro di Malthus « sopra la popolazione », sorse in me il pensiero della scelta naturale. Fra tutti i punti subordinati, l'ultimo che io imparai ad apprezzare è stato il significato e la causa del principio della divergenza ».

Nella tranquillità e nel ritiro in cui visse il Darwin dopo il ritorno dal suo viaggio, egli si occupò dapprima e prevalentemente, come risulta da questa comunicazione, dello studio degli individui in istato coltivato, animali domestici e piante ortensi. Indubbiamente questa era la più prossima e più diritta via per giungere alla teoria della selezione. Come in tutti i suoi altri lavori, il Darwin procedette qui con somma cura ed esattezza. Con una previdenza ed una abnegazione affatto ammirevoli, dall'anno 1837 al 1858, cioè per 21 anni, egli non pubblicò nulla su questa questione, nemmeno uno schizzo preliminare della sua teoria, che egli aveva già messa in iscritto fin dal 1844. Egli voleva ancor raccogliere sempre maggiori prove empiriche sicuramente fondate, per poter comunicare una teoria completa, stabilita sulla più larga base sperimentale che fosse possibile. Questo affannarsi per raggiungere tutta la possibile perfezione portava in sè il pericolo che la teoria non fosse poi pubblicata mai. Fortunatamente il Darwin fu disturbato in ciò da un compatriota, che indipendentemente da lui aveva concepita ed esposta la teoria della selezione; questi ne inviò nel 1859 i principii allo stesso Darwin, pregandolo di trasmetterli al Lyell perchè fossero pubblicati in un giornale inglese. Questo compatriota era Alfredo Wallace, uno dei più arditi e più benemeriti viaggiatori scientifici del tempo nostro (36). Per molti anni il Wallace si era aggirato da solo nelle foreste vergini dell'Arcipelago indiano e nelle selvaggie solitudini dell'America del Sud; ed in questo immediato ed esteso studio della più ricca e più interessante natura, di uno svariatissimo mondo di animali e di piante, egli era arrivato precisamente alli stessi concetti generali sull'origine delle specie organiche cui era giunto il Darwin. Il Lyell e l'Hooker, che entrambi conoscevano da molto tempo il lavoro del Darwin, lo spinsero allora a pubblicare nello stesso tempo che il lavoro inviato dal Wallace un breve estratto del proprio manoscritto, il che fu fatto nell'agosto 1859 nel *Journal of the Linnean Society*.

Nel novembre 1859 apparve poi la memorabile opera del Darwin *Sull'origine delle specie*, in cui la teoria della selezione viene largamente fondata. Tuttavia il Darwin stesso designa questo libro, di cui è comparsa nel 1872 la sesta edizione (ne dobbiamo al Canestrini una traduzione italiana), solo come un estratto preventivo di un'opera maggiore e più particolareggiata, la quale doveva contenere, come ampia giustificazione empirica, una quantità di fatti in favore della sua teoria. La prima parte di questo lavoro capitale ideato dal Darwin apparve nel 1868 col titolo: *Variazione degli animali e delle piante allo stato domestico* (esso venne pure tradotto in italiano da G. Canestrini). Esso contiene una gran copia di documenti che dimostrano benissimo le straordinarie variazioni che l'uomo può produrre nelle forme organiche per mezzo della cultura e della selezione artificiale. Per quanto noi siamo obbligati al Darwin per questa sovrabbondanza di prove, noi non possiamo in alcun modo dividere l'opinione di quei naturalisti che credono che solo con questo più ampio svolgimento la teoria della selezione sia stata per la prima volta validamente fondata. A nostro avviso già nel primo lavoro del Darwin, comparso nel 1859, essa è stata fondata in modo al tutto sufficiente. La forza incontrastabile della sua teoria non sta nell'enorme massa dei singoli fatti che si possono addurre come prove, ma nella armonica connessione di tutte le grandi e generali serie di fenomeni della natura organica; esse tutte fanno unanimemente testimonianza della verità della teoria della selezione.

La conseguenza più importante della teoria della discendenza, l'origine del genere umano da altri mammiferi, dovette essere dedotta dal Darwin subito che egli si fu convinto della realtà delle premesse. Ma nel suo lavoro capitale egli, prudentemente, non

toccò questo punto. Solo dopo che quest'importantissima conclusione fu stabilita da altri naturalisti come conseguenza necessaria della teoria della discendenza, il Darwin la riconobbe esplicitamente, e con ciò « coronò il suo edifizio ». Ciò fu fatto nella interessantissima opera uscita solo nel 1871 *Sull'origine dell'uomo e la scelta sessuale* (tradotta in italiano da Michele Lessona) (48). Si può considerare come una appendice di questo libro l'ingegnoso lavoro fisiognomico pubblicato dal Darwin nel 1872, *Della espressione dei sentimenti nell'uomo e negli animali* (trad. italiana di G. Canestrini) (49).

Per lo stabilimento della teoria della selezione ebbe la massima importanza lo studio profondo che il Darwin dedicò agli *animali domestici* ed alle *piante coltivate*. Le infinitamente varie modificazioni di forma prodotte in questi organismi domestici dall'uomo per mezzo della scelta artificiale, hanno massima importanza per chi voglia rettamente apprezzare le forme animali e vegetali; e tuttavia, cosa quasi incredibile, il loro studio è stato negletto dai zoologi e botanici sino a questi ultimi tempi. Non solo grossi volumi, ma intere biblioteche sono ripiene di descrizioni delle singole specie, con discussioni molto puerili per sapere se tali specie siano buone o mediocri, o piuttosto cattive, senza affrontare mai la questione del concetto stesso di specie. La più importante questione pregiudiziale, che cosa sia propriamente una specie, non vi fu mai toccata. Se i naturalisti, invece di sprecare il loro tempo a trastullarsi così inutilmente, avessero accuratamente studiato gli organismi coltivati ed avessero tenuto presente non le singole forme morte, ma la modificazione delle forme viventi, essi non sarebbero stati così a lungo inceppati dal dogma di Cuvier. Ma appunto perchè questi organismi coltivati sono così imbarazzanti pel concetto teorico della fissità della specie, così si ebbe generalmente gran cura di non preoccuparsene; si è anzi ripetutamente, persino da celebri naturalisti, espressa l'opinione che questi organismi coltivati, gli animali domestici e le piante ortensi, siano prodotti artificiali dell'uomo, che il loro formarsi e trasformarsi non decida nulla riguardo all'essenza della specie e sull'origine delle forme nelle specie selvaggie, viventi allo stato naturale.

Questa strana opinione fu spinta così oltre che, per esempio, un zoologo di Monaco, Andrea Wagner, emise con perfetta serietà questa ridicola affermazione: « Gli animali e le piante in istato di selvatichezza sono stati formati dal Creatore come specie ben distinte ed invariabili; ma per gli animali domestici e le piante da coltura ciò non era necessario essendo essi destinati per l'uso dell'uomo. Il Creatore fece dunque l'uomo per mezzo di un pezzo d'argilla, gli inspirò nel naso un alito vitale e poi creò per lui i diversi animali domestici e le piante ortensi, nei quali esseri egli poteva realmente risparmiarsi la fatica di distinguere le specie ». Disgraziatamente il Wagner non ci insegna se l'*albero della scienza* nel paradiso terrestre fosse una « buona » *specie* selvatica, o se, come pianta da giardino, non rappresentasse « *nessuna specie* ». Poichè l'albero della scienza era stato posto dal Creatore in mezzo al paradiso terrestre, si potrebbe piuttosto credere che fosse una pianta ortense molto privilegiata, e che perciò non fosse di alcuna specie. D'altra parte siccome i frutti dell'albero della scienza erano vietati all'uomo, e che molti uomini, come mostra chiaramente l'esempio stesso del Wagner, di questi frutti non ne hanno mai assaggiati, si vede che quell'albero non era stato creato per l'uomo, era dunque verosimilmente una vera specie. Che peccato che il Wagner non ci abbia edotti su questa importante e difficile questione!

Per quanto vi possa parer ridicola quest'idea, essa non è tuttavia che il logico allargamento di un concetto effettivamente falso, ma però molto sparso riguardo alla

natura speciale degli organismi coltivati, e potete talora sentire simili obbiezioni da naturalisti molto segnalati Io devo fin d'ora contrastare decisamente questo falsissimo concetto; esso è tanto erroneo quanto l'opinione di molti medici i quali affermano che le malattie siano non già fenomeni naturali, ma bensì prodotti artificiali della civiltà. Ci volle molta pena a combattere questo pregiudizio; solo negli ultimi tempi si è riconosciuto in modo generale che le malattie non sono altro che modificazioni naturali dell'organismo, fenomeni vitali naturalissimi portati da modificate, anormali condizioni di vita. La malattia non è dunque, come spesso dicevano i vecchi medici, una vita fuori della natura (*vita praeter naturam*), ma una vita naturale in determinate condizioni nocevoli, pericolose pel corpo. Nello stesso modo gli organismi coltivati non sono prodotti artificiali dell'uomo, ma sono prodotti naturali, originatisi sotto speciali condizioni di esistenza. L'uomo non può mai, per mezzo della sua coltura, produrre immediatamente una nuova forma organica, ma egli può allevare l'organismo sotto nuove condizioni di vita, le quali esercitano su di esso un'azione modificatrice. Tutti gli animali domestici e le piante coltivate discendono originariamente da specie selvatiche che solo per effetto della cultura si sono poco alla volta modificate.

L'accurata comparazione delle forme coltivate (razze) cogli organismi selvaggi non modificati dalla cultura (specie e varietà) ha grande importanza per la teoria della selezione. Ciò che dapprima ci colpisce di più in questo paragone è la brevità del tempo in cui l'uomo è in istato di produrre una nuova forma, e la notevole diversità di conformazione che può far differire questa forma prodotta dall'uomo dalla forma-stipite primitiva. Gli animali selvaggi e le piante in istato libero appaiono su per giù al raccoglitore zoologo o botanico sempre approssimativamente nella medesima forma, cosicchè ne potè appunto nascere il falso dogma della costanza delle specie. Per contro gli animali domestici e le piante ortensi mostrano spesso, nello spazio di pochi anni, le maggiori modificazioni. La perfezione raggiunta dall'arte allevatrice dei giardinieri e degli agricoltori permette ora in brevissimo tempo, in pochi anni, di produrre a piacimento una forma affatto nuova di animale o di pianta. A tal uopo non occorre altro che mantenere e propagare l'organismo sotto l'influenza di speciali condizioni, le quali sono capaci di produrre nuove conformazioni, e già dopo il corso di poche generazioni si possono ottenere nuove specie le quali differiscono dalla forma originaria in grado molto maggiore che non facciano l'una dall'altra le così dette buone specie in istato selvaggio. Questo fatto è estremamente importante e non vi si può insistere troppo. È vero che spesso ancora si afferma che le forme coltivate che derivano da una stessa forma non siano tanto distinte l'una dall'altra quanto lo sono fra di loro le specie di piante ed animali selvatici. Ma il fatto non è vero. Per poco che si facciano dei paragoni senza idee preconcette è facile convincersi del contrario. Una quantità di razze che noi abbiamo fatto nascere in una breve serie di anni da una sola forma coltivata, sono distinte l'una dall'altra in ben più alto grado, che molte così dette buone specie (*bonae species*) od anche generi diversi allo stato di selvatichezza.

Per stabilire empiricamente nel modo più solido possibile questo fatto importantissimo, il Darwin decise di studiare a fondo un singolo gruppo di animali domestici in tutta l'ampiezza della sua molteplicità di forme. Egli scelse a tal uopo i *piccioni domestici*, perchè questi sotto molti rispetti erano specialmente adattati a tale scopo. Egli allevò per molto tempo nella sua villa tutte le possibili razze di piccioni che egli potè procurarsi e venne aiutato con ricchi invii da tutte le parti del mondo. Inoltre si

fece inscrivere in due *clubs* di colombicultura di Londra, i quali si occupano dell'allevamento delle diverse razze di piccioni con un'arte veramente sopraffina e con una instancabile passione. Finalmente egli si mise ancora in relazione con alcuni dei più rinomati dilettanti di colombicultura. Così ebbe a sua disposizione un ricchissimo materiale empirico.

L'arte e la passione dell'allevamento dei piccioni è antichissima. Già da oltre 3000 anni avanti Cristo se ne occuparono gli Egiziani. I Romani dell'Impero profusero in ciò enormi somme e tenevano esatti registri genealogici della discendenza di tali animali, precisamente come fanno gli Arabi pei loro cavalli, ed i nobili Meklemburghesi per i proprii avi. Anche in Asia l'allevamento dei piccioni era passione antichissima dei ricchi principi ed alla corte di Akber Khan, verso il 1600, appartenevano più di 20,000 piccioni. Per tal modo, nel corso di più millennii ed in seguito ai molteplici metodi di allevamento che furono usati nelle diverse parti del mondo, da una sola forma stipite originariamente addomesticata, si originò un'enorme quantità di diverse razze; le loro forme estreme sono straordinariamente diverse.

Una delle più notevoli razze di piccioni è quella ben nota dei piccioni-pavoni, nei quali la coda, tanto sviluppata come nel tacchino, porta da 30 a 40 penne disposte raggiatamente, mentre gli altri piccioni posseggono un numero di penne caudali molto minore, quasi sempre 12. Qui giova ricordare che il numero delle penne caudali (timoniere) negli uccelli è molto apprezzato dai naturalisti come carattere sistematico, cosicchè ordini interi si possono distinguere fondandosi su di esso. Così, per esempio, gli uccelli cantatori posseggono, quasi senza eccezione, 12 penne caudali, gli schiamazzatori (*strisores*) 10, e così via. Molte razze di piccioni sono poi specialmente segnalate da un ciuffo di penne nucali che forma una specie di parrucca; altre da fantastiche modificazioni del becco e delle zampe, da particolari, e spesso stranissimi ornamenti, per esempio lobi cutanei che si sviluppano sul capo; da una grossa ingluvie che produce una forte sporgenza dell'esofago al collo, ecc. Sono anche rimarchevoli le strane abitudini che molti piccioni hanno acquistato, per esempio, le facoltà musicali dei piccioni riditori, dei piccioni trombettieri e gli istinti topografici dei piccioni messaggieri. I piccioni tombolieri hanno la singolare abitudine, dopo di essersi elevati in grandi stormi nell'aria, di capovolgersi e lasciarsi cader giù come morti. I costumi e le abitudini di queste infinitamente diverse razze di piccioni, la forma, grandezza e colorazione delle singole parti del corpo, le loro varie grossezze sono diverse l'una dall'altra in modo incredibile, molto più che nelle così dette buone specie e persino in generi affatto diversi di piccioni selvaggi. E, ciò che più monta, quelle differenze non si limitano solo alle conformazioni esterne, ma si estendono persino alle più importanti parti interne; appaiono persino notevolissime variazioni nello scheletro e nella musculatura. Così si trovano per esempio grandi diversità nel numero delle vertebre e coste, nella grossezza e forma delle cavità dello sterno, nella forma e grandezza della forchetta, della mandibola inferiore, delle ossa facciali, ecc. In breve, lo scheletro osseo che i morfologi considerano come una parte molto costante del corpo, si mostra tanto variamente modificata che si potrebbero considerare molte razze di piccioni come generi distinti. Ciò accadrebbe senza dubbio se si trovassero separate queste diverse forme allo stato selvaggio.

Quant'oltre vada la diversità delle razze dei piccioni si vede soprattutto dalla circostanza che quasi tutti i colombicultori sono unanimemente d'avviso che ogni razza particolare o specialmente distinta debba derivare da uno speciale stipite selvaggio,

Per vero ognuno ammette un numero diverso di specie originarie. E tuttavia il Darwin ha dato con una chiarezza convincente la difficile prova che esse senza eccezione devono derivare da una sola specie originaria, il colombo torraiuolo (*columba livia*). Nello stesso modo per la maggior parte degli altri animali domestici e delle piante coltivate si può dimostrare che tutte le diverse razze sono i discendenti di una sola specie selvaggia primitiva addomesticata dall'uomo.

Un esempio simile a quello dei piccioni ce lo dà fra i mammiferi il nostro coniglio comune. Tutti i zoologi, senza eccezione, tengono già da gran tempo per provato che tutte le razze di esso derivano dal comune coniglio selvaggio, quindi da una sola specie stipite. E tuttavia le forme estreme di queste razze sono distinte in modo affatto meraviglioso; qualunque zoologo che le incontrasse allo stato selvaggio non solo non esiterebbe a considerarle come « buone specie » affatto differenti, ma addirittura come specie di generi affatto diversi della famiglia dei leporidi. Non solo la colorazione, la lunghezza del pelo e simili caratteri del pelame sono, nelle varie razze di conigli domestici, straordinariamente diverse e negli estremi opposti al tutto aberranti, ma lo sono ancora, ciò che è molto più importante, la forma tipica dello scheletro e delle sue singole parti, specialmente la forma del cranio e quella della dentatura, che è così importante per la sistematica; infine i rapporti reciproci di lunghezza delle orecchie, delle zampe, ecc. Sotto tutti questi aspetti le razze dei conigli domestici differiscono incontrastabilmente molto più le une dalle altre che con le diverse specie di lepri e conigli selvatici che, riconosciute come « buone specie » del genere *Lepus*, sono sparse per tutta la terra. E tuttavia dinnanzi a questo fatto patente gli oppositori della teoria dell'evoluzione affermano che queste ultime, le specie selvatiche, non possono derivare da uno stipite comune, mentre per le prime, le razze domestiche, essi lo ammettono senz'altro. Con avversarii che chiudono così volontariamente gli occhi davanti alla luce della verità chiara come il sole non si può veramente discutere più oltre.

Mentre tanto pel piccione domestico, pel coniglio, pel cavallo, ecc., malgrado le notevoli differenze delle loro razze, appare certa la loro origine da una sola così detta « specie » selvaggia, all'incontro, per altri animali domestici, sopratutto pei cani, porci e buoi è più verosimile che le loro diverse razze si debbano considerare derivate da più stipiti selvaggi, i quali in seguito, nello stato domestico, si sono mescolati gli uni cogli altri. Frattanto il numero di questi stipiti selvaggi originarii è sempre piccolo, e molto minore del numero delle forme coltivate che sono nate dalla loro fusione e dal loro allevamento. Naturalmente anche quelle prime discendono originariamente da un unico stipite primitivo dell'intiero genere. In niun caso però ogni speciale razza coltivata discende da una specie selvaggia sua propria.

In opposizione a ciò affermano decisamente quasi tutti gli agricoltori e giardinieri che ogni singola razza da loro coltivata debba discendere da una particolare specie stipite, perchè essi riconoscono chiaramente le differenze delle razze, apprezzano molto l'eredità dei loro caratteri, e non considerano che questi sono nati dal lento accumularsi di piccole e quasi impercettibili modificazioni. Anche sotto questo rispetto il paragone delle razze coltivate colle specie selvaggie è estremamente istruttivo.

Da molte parti, e specialmente dagli avversarii della teoria dell'evoluzione, si è impiegata molta fatica per trovare qualche carattere morfologico o fisiologico, qualche proprietà caratteristica per poter nettamente e profondamente separare le razze coltivate, allevate artificialmente dalle « specie » selvatiche originatesi naturalmente. Tutti questi tentativi hanno interamente fallito ed hanno invece condotto con sicurezza

ancora maggiore ai risultati opposti; essi hanno mostrato chiaramente che una simile separazione non è affatto possibile. Ho trattato diffusamente questi punti nella mia critica del concetto di specie (*Morfologia generale*, II, pagg. 323-364) illustrandoli con esempi.

Solo un lato di questa questione può ancora venir qui brevemente toccato, perchè esso non solo dagli avversarii, ma persino da alcuni dei più importanti aderenti del Darwinismo, per esempio da Huxley (17), è considerato come uno dei lati più deboli di questa dottrina; voglio parlare dell'*ibridismo*. Fra le razze coltivate e le specie selvatiche esisterebbe la differenza che le prime sono capaci di produrre degli ibridi fecondi, le altre no. Due diverse razze coltivate o due varietà selvaggie di *una specie* avrebbero *in ogni caso* la facoltà di produrre, unendosi fra di loro, degli ibridi, la cui unione fra di loro o colle loro forme progenitrici sarebbe possibile e feconda. All'incontro *due specie realmente differenti*, due specie coltivate o selvaggie di un genere non avrebbero *mai* la facoltà di produrre degli ibridi che si possano incrociare fra di loro o coi loro progenitori.

Quanto alla prima affermazione, essa viene semplicemente contraddetta dal fatto che vi sono degli organismi che non si incrociano più con quelli che sono riconoscibilmente loro progenitori e perciò non possono in tal modo produrre una prole feconda. Così, per esempio, il nostro comune porcellino d'India non si accoppia più col suo selvaggio progenitore del Brasile. Viceversa il gatto domestico del Paraguay, che discende dal nostro gatto domestico d'Europa, non si accoppia più con questo. Fra diverse razze dei nostri cani domestici, per esempio fra i grossi terranuova ed i piccolissimi pinci l'accoppiamento è impossibile già per ragioni semplicemente meccaniche. Ma un esempio specialmente interessante ce lo offre il coniglio di Porto Santo (*Lepus Huxleyi*). Nella isoletta di Porto Santo presso Madera furono portati, nell'anno 1419, alcuni conigli che erano nati a bordo di una nave da un coniglio domestico spagnuolo. Questi animaletti si moltiplicarono in breve, mancando colà qualsiasi carnivoro, in modo tale che diventarono un flagello dell'agricoltura e costrinsero persino una colonia che c'era a sloggiare. Ancora adesso essi abitano in gran numero quell'isola, ma nel corso di 450 anni hanno formato una razza affatto particolare o, se si vuole, una « buona specie », caratterizzata da una speciale colorazione, da forma di topo, piccola statura, vita notturna e straordinaria selvatichezza. Tuttavia il più importante si è che questa nuova specie, che io chiamo *Lepus Huxleyi*, non si incrocia più e non produce più ibridi col coniglio europeo da cui essa discende.

Viceversa noi conosciamo ora numerosi esempi di veri ibridi fecondi, cioè di meticci, nati dall'incrociamento di due specie affatto diverse e che tuttavia si riproducono tanto fra di loro quanto colle loro specie progenitrici. Ai botanici tali « specie bastarde » (*species hybridae*) sono note in quantità già da gran tempo, per esempio nei generi dei cardi (*Cirsium*), dei citisi (*Cytisus*), dei rovi (*Rubus*), ecc. Ma anche fra gli animali essi non sono affatto rari, fors'anche molto comuni. Si conoscono ibridi fecondi nati dall'incrociamento di due diverse specie di un genere in più generi dell'ordine dei lepidotteri (*Zygaena*, *Saturnia*), della famiglia dei ciprini, dei fringuelli, nei gallinacei, nei cani, gatti, ecc. Ai più interessanti appartiene il lepre-coniglio o leporide (*Lepus Darwinii*), bastardo della nostra lepre indigena e del coniglio, che in Francia si è allevato per scopo gastronomico durante molte generazioni sin dal 1850. Io stesso, per cortesia del professor Conrad, che ha ripetuto sulle sue terre i tentativi di allevamento, posseggo simili ibridi i cui genitori erano già entrambi bastardi di un

lepre maschio e di una coniglia. Il bastardo mezzo-sangue così prodotto, che io ho denominato in onore del Darwin, sembra propagarsi per molte generazioni senza incrocio come qualsiasi « vera specie ». Sebbene in complesso esso rassomigli di più alla madre coniglia, egli mostra tuttavia nella forma delle orecchie e delle zampe posteriori determinati caratteri paterni di lepre. La carne è eccellente, più simile a quella di lepre, sebbene il suo colore sia più da coniglio. Ora la lepre (*Lepus timidus*) e il coniglio (*Lepus cuniculus*) sono specie così diverse del genere *Lepus* che nessun sistematico le considererà come varietà di una specie. Inoltre queste due specie hanno un modo di vita così diverso, e, in istato selvaggio, mostrano tanta reciproca antipatia che di per sè non si incrociano. Se tuttavia si tengono insieme i giovani neonati di entrambe le specie, quest'antipatia non si sviluppa, essi si incrociano e producono il *Lepus Darwinii.*

Un altro esempio segnalato di incrociamento di specie diverse (in cui le due specie appartengono persino a generi diversi) ce lo offrono gli ibridi fecondi di pecore e capre che nel Chilì sono allevati da molto tempo per iscopo industriale. Da quali circostanze secondarie dipenda nell'unione sessuale la fecondità delle diverse specie appare dal fatto che i becchi e le pecore producono colla loro unione degli ibridi fecondi, mentre l'ariete e la capra si accoppiano raramente ed allora senza risultato. Così dunque i fenomeni dell'ibridismo a cui erroneamente si è dato un peso affatto esagerato, sono, pel concetto di specie, affatto privi d'importanza. L'ibridismo non ci mette più di alcun altro fenomeno in istato di distinguere profondamente le razze coltivate dalle specie selvatiche. Però questo fatto è della massima importanza per la teoria della selezione.



SETTIMA CONFERENZA

La teoria della selezione (Darwinismo).

Darwinismo (teoria della selezione) e Lamarckismo (teoria della discendenza). — I metodi della selezione artificiale. — Scelta dei diversi individui per l'ulteriore allevamento. — Cause che producono le modificazioni. — Variazione connessa colla nutrizione ed eredità connessa colla riproduzione. — Natura meccanica di queste due funzioni fisiologiche. — Processi della scelta naturale. — Scelta fatta dalla lotta per la vita. — Teoria di Malthus sulla popolazione. — Sproporzione fra il numero possibile (potenziale) e reale (attuale) degli individui di ogni specie di organismo. — Forza modificatrice e selettiva di questa lotta per la vita. — Paragone della scelta naturale colla artificiale. — Principio della selezione in Kant e Wells. — Selezione nella vita umana. — Selezione medica e clericale.

Signori!

Se oggidì l'intera teoria dell'evoluzione, della quale ci occupiamo in queste conferenze, viene spesso chiamata Darwinismo, ciò propriamente non è esatto. Infatti, come avrete visto dall'introduzione storica delle decorse conferenze, già al principio del nostro secolo la parte più importante della teoria dell'evoluzione organica, cioè la teoria della discendenza, era stata espressa affatto chiaramente ed introdotta nella scienza soprattutto dal Lamarck. Questa parte della teoria dell'evoluzione, la quale afferma la comune origine di tutte le specie di animali o piante da semplici forme-stipiti primitive, la si potrebbe, con perfetta ragione, chiamare Lamarckismo, in onore del suo meritevolissimo fondatore, se si vuol pure connettere al nome di un singolo eminente naturalista il merito di avere pel primo stabilita una simile dottrina fondamentale. Per contro dovremmo con ragione chiamare Darwinismo la teoria della selezione, quella parte della teoria dell'evoluzione che ci mostra per qual via e *perchè* le diverse specie di organismi si sono sviluppate da quei semplici stipiti.

Questa teoria della selezione, o Darwinismo in senso proprio, riposa essenzialmente (come venne già accennato nell'ultima conferenza) sul paragone del modo con cui agisce l'uomo nell'allevamento degli animali domestici e delle piante ortensi con quei processi che in natura, fuori dello stato di cultura, conducono all'origine di nuove specie o di nuovi generi. Per comprendere dunque questi ultimi processi, noi dobbiamo rivolgerci dapprima all'allevamento artificiale esercitato dall'uomo, come ha fatto il Darwin stesso. Noi dobbiamo ricercare quali risultati ottenga l'uomo col suo allevamento artificiale e quali mezzi esso adoperi per ottenerli, ed allora noi dobbiamo domandarci: Si trovano in natura delle forze simili, delle cause agenti in modo analogo a quelle che l'uomo impiega in questi casi?

Per quanto riguarda ora l'*allevamento artificiale* noi partiamo dal fatto ricordato ultimamente, che i suoi prodotti non raramente sono più distinti gli uni dagli altri

che non i prodotti dell'allevamento, o selezione, naturale. In realtà le razze differiscono spesso le une dalle altre in molto più alto grado ed in caratteri molto più essenziali che non facciano in istato naturale molte così dette « buone specie » od anche così detti « generi ». Comparate, per esempio, le diverse sorta di pomi che l'orticultore ha tratte da una sola forma originaria di pomo, oppure paragonate le diverse razze equine che gli allevatori hanno ricavate da una sola forma originaria di cavallo, e voi trovate facilmente che le differenze che intercedono fra le forme più lontane sono straordinariamente importanti, molto più importanti che le così dette « differenze specifiche » che i zoologi ed i botanici impiegano nella comparazione delle specie selvatiche per distinguere le diverse così dette « buone specie ».

Ora, in che modo l'uomo ottiene questa straordinaria diversità o divergenza di più forme di cui si è constatata la discendenza da una sola forma-stipite? Per rispondere a questa domanda, teniamo dietro ad un giardiniere che vuol allevare una nuova forma di pianta segnalata da una bellezza speciale del fiore. Dapprima, fra un gran numero di piante che sono la prole di una stessa pianta egli farà una scelta o selezione. Egli cercherà quelle piante che gli mostrano meglio espressa la colorazione desiderata del fiore. Appunto la colorazione del fiore è molto variabile. Per esempio quelle piante che normalmente hanno un fiore bianco presentano spesso variazioni tendenti al rosso o all'azzurro. Se ora il giardiniere vuol ottenere la colorazione rossa da una pianta i cui fiori siano ordinariamente bianchi, egli cercherà molto accuratamente fra i molti discendenti, in vario modo diversi di una stessa pianta, quelli che mostrano meglio il color rosso; questi egli seminerà esclusivamente per ottenere nuovi individui della stessa specie. Le restanti piante che mostrano color bianco o un rosso meno spiccato saranno da lui neglette e non coltivate più oltre. Egli propagherà esclusivamente quelle piante i cui fiori mostrano il color rosso più marcato e riseminerà i semi portati da queste piante scelte.

I fiori delle piante di questa seconda generazione saranno già in complesso più rossi. Fra questi il giardiniere sceglierà di nuovo accuratamente quelli che mostrano meglio la colorazione rossa. Quando una simile selezione si prosegua per una serie di sei o dieci generazioni, quando vengano sempre cercati con cura quei fiori che mostrano il rosso più intenso, il giardiniere otterrà alfine la pianta desiderata con fiori puramente rossi.

In simil modo procede l'allevatore quando egli vuole ottenere una speciale razza di animali, per esempio una razza di pecore che abbia una lana specialmente fina. La sola arte usata per il perfezionamento della lana consiste in ciò che l'allevatore sceglierà con grande cura e perseveranza nell'intero gregge quegli individui i quali hanno la lana più fina. Questi soli sono impiegati per un ulteriore allevamento e fra i discendenti di questi individui scelti vengono di nuovo cercati quelli che hanno la lana più fina, e così di seguito. Quando questa scelta accurata viene continuata per una serie di generazioni, allora le pecore selezionate mostrano alfine una lana molto fina, la quale, secondo il desiderio e l'interesse dell'allevatore, è molto diversa dalla lana del progenitore.

Le differenze individuali fra gli individui che si vogliono sottomettere a questa selezione sono molto piccole. Un uomo qualunque, non esercitato, non è in istato di riconoscere le minime differenze individuali che un allevatore esercitato rileva a colpo d'occhio. L'arte dell'allevatore non è facile, essa richiede uno sguardo straordinariamente penetrante, una gran pazienza, un trattamento molto accurato degli organismi

da allevare. Nelle singole generazioni le differenze individuali possono non essere affatto percettibili ai profani, ma per l'accumulamento di queste sottili differenze durante una serie di generazioni la divergenza della forma originaria finisce per diventare molto importante. Essa diviene così grande che infine la forma artificialmente prodotta può differire in ben più alto grado dalla forma primitiva che non facciano due così dette buone specie in istato naturale. L'arte dell'allevamento è ora giunta al punto che l'uomo può spesso produrre volontariamente nelle specie coltivate di animali o piante delle particolarità spesso volute a capriccio. Si possono dare ai più abili allevatori determinati cómpiti e dire per esempio: io desidero questa specie di pianta o questa razza di piccione in questo o quel colore, con questo o quel disegno. Dove l'allevamento è così perfezionato come in Inghilterra, i giardinieri e gli agricoltori sono spesso capaci, entro un periodo determinato, dopo il corso di una serie di generazioni, di procurare, dietro ordinazione, il risultato richiesto. Uno dei più esperimentati allevatori inglesi, sir John Sebright, potè dire che egli poteva produrre in tre anni un determinato piumaggio, che gli occorrevano però sei anni per ottenere la forma desiderata di capo o di becco.

Nell'allevamento dei *merinos* in Sassonia le pecore vengono messe tre volte di seguito l'una presso all'altra sul tavolo e studiate comparativamente nel modo più accurato. Ogni volta vengono solo scelte le migliori pecore, quelle che hanno la lana più fina, cosicchè al fine di una grande quantità rimangono solo più alcuni pochi animali ma affatto scelti. Solo questi ultimi vengono impiegati per un ulteriore allevamento. Sono dunque essenzialmente delle cause oltremodo semplici quelle che nell'allevamento artificiale producono alfine grandi risultati; e questi risultati vengono solo raggiunti coll'accumularsi di singole differenze, per se stesse insignificanti, ingrandite dalla selezione costantemente ripetuta.

Prima di passare ora al paragone di questa selezione artificiale con quella naturale, noi dobbiamo farci una chiara idea delle proprietà naturali e delle forze organiche che sono utilizzate dall'arte dell'allevatore o del coltivatore. Tutte le diverse forze che vengono qui poste in azione si possono in ultimo ricondurre a due proprietà fisiologiche fondamentali dell'organismo le quali sono comuni a tutti gli animali e vegetali e che hanno la più stretta connessione colle funzioni della *riproduzione* e della *nutrizione*. Queste due proprietà fondamentali sono l'*ereditarietà* o attitudine all'*eredità*, e la *variabilità* o attitudine all'*adattamento*. L'allevatore parte dal fatto che tutti gli individui di una stessa specie sono tra loro diversi, sia pure in grado molto piccolo, fatto che è vero tanto per gli organismi in istato selvaggio quanto per quelli coltivati. Se, trovandovi in una selva composta d'una sola specie di alberi, per esempio di faggi, girate lo sguardo all'intorno, non troverete certo in tutta la selva due alberi di questa specie che siano assolutamente uguali, che nella forma della ramificazione, nel numero dei rami e delle foglie, dei fiori e dei frutti si uguaglino completamente. Si trovano dappertutto delle differenze individuali appunto come fra gli uomini. Non si trovano due uomini i quali siano assolutamente identici, interamente uguali nella statura, nella fisionomia, nel numero dei capelli, nel temperamento, nel carattere, ecc. Accade lo stesso per gli individui di tutte le diverse specie di animali e piante. Nella maggioranza degli organismi queste differenze appaiono certamente, per i profani, molto leggiere. Il saper distinguere questi caratteri, di forma spesso sottilissimi, degli organismi, dipende essenzialmente dall'esercizio. Un pecoraro, per esempio, conosce ogni singolo individuo del suo gregge solo coll'esatta osservazione dei suoi caratteri, mentre un altro non è in istato di distinguerli l'uno dall'altro.

Il fatto della *diversità individuale* è il fondamento importantissimo su cui poggia tutta la facoltà allevatrice dell'uomo. Se non ci fossero dappertutto quelle differenze individuali egli non potrebbe da una stessa forma-stipite ottenere una quantità di razze diverse. Ora questo fenomeno è realmente affatto generale. Noi dobbiamo necessariamente presupporlo anche là dove l'aiuto dei nostri sensi grossolani non ci mette in grado di distinguere le differenze. Nelle piante superiori, nelle fanerogame, dove le singole colonie individuali mostrano così numerose differenze nel numero dei rami e delle foglie, nella forma del fusto e dei rami noi possiamo quasi sempre riconoscere facilmente quelle differenze. Ma nelle piante inferiori, per esempio nei muschi, nelle alghe, nei funghi, e nella maggior parte degli animali, soprattutto negli inferiori, non è più questo il caso. Il distinguere l'uno dall'altro i singoli individui di una specie è qui il più delle volte difficilissimo o affatto impossibile. Noi non abbiamo tuttavia alcuna ragione per attribuire una diversità individuale solo a quegli organismi in cui noi possiamo subito riconoscerla. Ben più a ragione noi dobbiamo ammetterla con completa sicurezza come una proprietà generale di tutti gli organismi. Noi dobbiamo farlo tanto più in quanto che noi siamo in grado di ricondurre la variabilità degli individui alla funzione meccanica della *nutrizione*. Ci basta una differente alimentazione per produrre notevoli differenze individuali dove sotto condizioni immutate di nutrimento esse non sarebbero percettibili. Ora le diverse condizioni complesse della nutrizione non sono mai assolutamente uguali per due individui di una specie.

Nella stessa guisa che la variabilità o il potere d'adattamento ci si mostra essere in rapporti causali colle condizioni generali dell'alimentazione negli animali e nelle piante, noi troviamo pure il secondo fenomeno vitale fondamentale del quale dobbiamo ora occuparci, cioè l'*ereditarietà* in rapporto immediato coi fenomeni della *riproduzione*. Dopochè l'agricoltore od il giardiniere colla selezione artificiale ha scelto gli individui preferiti, cioè ha utilizzata la variabilità, egli cerca di conservare e perfezionare quelle forme per mezzo dell'eredità. Egli parte dal fatto generale che i figli sono simili ai loro genitori: « Il pomo non cade lungi dall'albero ». Questo fenomeno dell'eredità è finora stato pochissimo studiato scientificamente; ciò dipende forse in parte dal fatto che questo fenomeno è troppo quotidiano. Ognuno trova affatto naturale che ogni specie produca il suo simile, che un cavallo non produca subitamente un'oca, nè l'oca una rana. Si è abituati di considerare questo comune fenomeno dell'eredità come cosa che vada da sè. Tuttavia questo fenomeno non è cosa semplice come appare al primo sguardo, considerando l'eredità si dimentica soprattutto sovente che i diversi discendenti di una stessa coppia di genitori non sono mai in realtà completamente uguali l'uno all'altro, mai assolutamente uguali ai loro genitori, ma sempre un po' diversi. Noi non possiamo formolare il teorema fondamentale dell'eredità così: « L'uguale produce l'uguale », ma noi dobbiamo piuttosto esprimerlo più condizionatamente così: « Il simile produce il simile ». Il giardiniere, come l'agricoltore, utilizza a questo rispetto il fatto dell'eredità in tutta la sua estensione, e cioè avendo soprattutto riguardo al fatto che gli organismi non trasmettono solo quei caratteri che essi hanno già ereditati dai loro genitori, ma anche quelli che essi stessi hanno acquistati. Questo è un punto importantissimo da cui dipendono molte cose. L'organismo non ha solo la facoltà di trasmettere ai suoi discendenti quelle proprietà, quella forma, quel colore, quella grandezza che egli stesso ha ereditato dai suoi genitori, egli può anche trasmettere le variazioni di questi caratteri che egli ha acquistate durante la sua vita per influenza di circostanze esterne, clima, nutrimento, educazione, ecc.

Queste sono le due proprietà fondamentali degli animali e delle piante che l'allevatore utilizza per produrre nuove forme. Quanto è straordinariamente semplice il principio teoretico dell'allevamento, tanto è difficile ed enormemente complicata l'applicazione pratica di questo semplice principio. L'allevatore che opera pensatamente, secondo un piano determinato, deve comprendere l'arte di impiegare rettamente in ogni singolo caso l'azione generale reciproca delle due proprietà fondamentali della eredità e della variabilità.

Se noi ora scrutiamo la vera natura di quelle due importanti proprietà vitali, noi vediamo che ci è possibile, come per tutte le funzioni fisiologiche, di ricondurle a cause fisiche e chimiche, a proprietà e fenomeni di moto delle particelle materiali di cui risulta il corpo degli animali e delle piante. Come noi stabiliremo più tardi studiando più esattamente queste due funzioni, l'*eredità*, per esprimerci in modo affatto generale, è dovuta essenzialmente alla continuità materiale, alla parziale identità sostanziale dell'organismo generatore coll'organismo generatore, del genitore e del figlio. In ogni atto riproduttivo una certa quantità di protoplasma o materia albuminoide (il plasma del germe) viene trasmessa dal genitore al figlio, e con questo protoplasma viene in pari tempo trasmesso il *movimento molecolare individuale* che gli era proprio. Questi fenomeni molecolari di moto del protoplasma i quali producono i fenomeni vitali e ne sono la vera causa, sono però più o meno diversi in tutti gli individui viventi; essi sono infinitamente molteplici.

D'altra parte l'*adattamento* o variazione non è altro che la conseguenza delle influenze materiali che la materia dell'organismo subisce dalla materia che lo circonda, cioè a dire delle condizioni biologiche nel più ampio senso della parola. Queste influenze esterne agiscono, per mezzo dei processi molecolari di nutrimento, nelle singole parti del corpo. In ogni atto di adattamento viene alterato o disturbato dalle azioni meccaniche, fisiche o chimiche di altri corpi in un intero individuo o in una parte di esso il movimento molecolare protoplasmatico che è suo proprio. Con ciò i movimenti vitali innati, ereditati del plasma, i fenomeni vitali molecolari delle minime particelle protoplasmatiche vengono più o meno modificati. Per tal modo il fenomeno dell'adattamento o variazione riposa sull'influenza materiale che l'organismo subisce per opera del suo ambiente o delle sue condizioni di esistenza, mentre l'eredità è fondata sulla parziale identità dell'organismo generatore col generato. Queste sono le vere, semplici, meccaniche basi del processo della selezione artificiale.

Ora il Darwin si domandò: Vi ha egli in natura un simile processo di selezione e si trovano forse in natura delle forze che possano sostituire l'azione spiegata dall'uomo nella selezione artificiale? Esiste fra i vegetali ed animali selvatici qualche condizione naturale di cose che agisca selezionando in modo simile a quello impiegato dalla volontà deliberata dell'uomo nell'allevamento o scelta artificiale? Tutto dipendeva dalla scoperta di una simile condizione e il Darwin ci arrivò in modo così soddisfacente che noi appunto perciò consideriamo la sua teoria della selezione come interamente adatta a spiegare meccanicamente l'origine delle specie selvaggie di animali e di piante. Questa condizione, che in libero stato di natura agisce come allevatrice e modificatrice delle forme degli animali e delle piante, il Darwin la designa coll'espressione di « lotta per la vita » (*struggle for life*).

La « lotta per la vita » è diventata presto una espressione alla moda. Tuttavia questa designazione sotto più d'un rapporto non è forse interamente felice, sarebbe più espressivo dire « *concorrenza per le condizioni necessarie di esistenza* ». Infatti

sotto il nome di lotta per la vita si sono comprese varie contingenze che propriamente non hanno che fare qui. Come si vede dalla lettera che è stata comunicata nell'ultima conferenza, il Darwin fu condotto all'idea della « lotta per la vita » dallo studio del libro di Malthus « sulle condizioni e conseguenze dell'aumento della popolazione ». In questa importante opera venne dimostrato che il numero degli uomini cresce in complesso in progressione geometrica, mentre le quantità dei loro mezzi di nutrimento crescono solo in progressione aritmetica. Da questa sproporzione nasce una quantità di inconvenienti per la società umana, producendosi così una costante lotta degli uomini per procurarsi i mezzi di mantenimento che sono necessarii ma non sufficienti per tutti.

La teoria del Darwin sulla lotta per la vita è in certo qual modo un'applicazione generale della teoria della popolazione di Malthus all'intera natura organica. Essa parte dalla considerazione che il numero degli organismi *possibili*, che potrebbero nascere dai germi prodotti, è molto più grande che il numero degli individui *reali*, i quali vivono di fatto contemporaneamente sulla superficie della terra. Il numero degli *individui potenziali*, ossia possibili, ci è dato dal numero delle uova e dei germi asessuati che generano gli organismi. Il numero di questi germi, da ognuno dei quali, in circostanze favorevoli, potrebbe nascere un organismo è infinitamente maggiore del numero degli *individui attuali* cioè reali, vale a dire di quelli che nascono veramente da questi germi, che raggiungono la completa maturità e che si riproducono. La grandissima maggioranza dei germi va a male nei primi momenti della vita, e sono sempre solo alcuni organismi privilegiati quelli che si possono sviluppare, quelli che sorpassano felicemente la prima gioventù e finalmente giungono a riprodursi. Questo fatto importante viene dimostrato semplicemente dal paragone del numero delle uova nelle singole specie col numero di individui che di queste specie esistono.

Questi rapporti numerici mostrano i più strani contrasti. Vi sono per esempio specie di gallinacei che depongono numerose uova e che tuttavia appartengono agli uccelli più rari, ma l'uccello che deve essere il più comune di tutti, la procellaria glaciale (*Procellaria glacialis*), depone un uovo solo. Tale è pure il rapporto in altri animali. Vi sono molti invertebrati rarissimi che depongono un'enorme quantità di uova, e di nuovo altri che producono solo poche uova e che tuttavia sono fra gli animali più comuni. Pensate per esempio al rapporto che si trova nella tenia o verme solitario dell'uomo. Ogni tenia produce in breve tempo milioni di uova, mentre l'uomo che alberga la tenia, produce in se stesso un numero di uova molto minore, e tuttavia il numero delle tenie è fortunatamente molto più piccolo che quello degli uomini. Fra le piante molte splendide orchidee che producono migliaia di semi sono rarissime, ed alcune composite, simili agli *Aster*, le quali formano solo pochi semi, sono estremamente comuni.

Questo importante fatto potrebbe ancora essere illustrato da altri innumerevoli esempi. È evidente che non è dal numero dei germi realmente presenti che dipende il numero degli individui che più tardi nascono e si mantengono in vita. Il numero di questi ultimi dipende piuttosto da tutt'altre condizioni, particolarmente dai rapporti reciproci che intercedono fra ogni altro singolo organismo e l'ambiente organico ed anorganico in cui si trova. Ogni organismo lotta sin dal principio della sua esistenza contro una quantità di influssi contrari; egli lotta con animali che vivono di questo organismo, a cui egli serve di nutrimento naturale, cogli animali da preda e coi parassiti; egli lotta contro influenze anorganiche della più svariata natura, colla temperatura, colle intemperie ed altre circostanze; egli lotta poi soprattutto (e questo è molto più

importante) con gli organismi che gli sono più simili, con quelli della sua stessa specie. Ogni individuo di ogni singola specie di animale o pianta è impegnato nella più acerba contesa cogli altri individui della stessa specie che vivono con lui nella stessa località. I mezzi per mantenersi in vita, nell'economia della natura, non sono mai sparsi in copia in nessun sito, ma anzi sono in complesso molto limitati e ben lontani dall'essere sufficienti per la quantità di individui che potrebbe svilupparsi dai germi. Per ciò nella più parte delle specie animali e vegetali i giovani individui stentano moltissimo a trovare i mezzi necessari per mantenersi in vita. Necessariamente si sviluppa con ciò una lotta fra di loro per raggiungere queste indispensabili condizioni di esistenza.

Questa grande lotta per raggiungere le condizioni vitali ha luogo dappertutto e sempre, tanto nell'uomo e negli animali quanto nelle piante, sebbene per queste il rapporto reciproco non paia a primo aspetto così evidente. Quando un piccolo campo è seminato troppo abbondantemente di frumento, allora delle numerose pianticelle di frumento che germogliano in uno spazio ristrettissimo solo una piccola frazione può mantenersi in vita. Allora avviene una lotta per lo spazio occorrente a ciascuna pianta per fissarvi le radici, una lotta per la luce solare e per l'umidità. Così pure in ogni specie di animale voi trovate che tutti gli individui della medesima specie lottano gli uni cogli altri per raggiungere le indispensabili condizioni di vita nel più ampio senso della parola. A tutti esse sono ugualmente indispensabili, ma toccano in realtà a pochi. Tutti sono chiamati, ma pochi sono eletti. Il fatto di questa grande lotta è affatto generale. Voi non avete che da gettare uno sguardo sulla società umana nella quale questa lotta esiste certo dovunque in tutti i rami dell'attività umana. Anche qui i rapporti della lotta sono essenzialmente determinati dalla libera concorrenza dei diversi lavoratori di una medesima classe. Anche qui, come dappertutto questa lotta torna a vantaggio della cosa, a vantaggio del lavoro che è oggetto della concorrenza. Quanto più grande e generale è la lotta o concorrenza, tanto più rapidamente si accumulano in questo ramo del lavoro i perfezionamenti e le scoperte, tanto maggiormente si perfezionano i lavoratori.

Ora è evidente che la posizione dei diversi individui in questa lotta per la vita è affatto disuguale. Facendo di nuovo astrazione dalla reale disuguaglianza degli individui, noi dobbiamo per forza ammettere in modo generale che non tutti gli individui di una stessa specie hanno una prospettiva ugualmente buona. Per ciò stesso essi per le loro differenti forze ed attitudini sono diversamente postati nella lotta per la vita; astraendo da ciò che le condizioni d'esistenza in ogni punto della superficie terrestre sono diverse ed agiscono diversamente. Evidentemente agisce qui un complesso intricatissimo di influenze che in unione colla diversità originaria degli individui, durante la costante lotta per raggiungere le condizioni d'esistenza favoriscono alcuni individui e ne danneggiano altri. Gli individui favoriti avranno la vittoria sugli altri, e, mentre questi ultimi, più presto o più tardi muoiono senza lasciare discendenti, i primi soli sopravviveranno ed arriveranno infine a riprodursi. Poichè dunque, come è prevedibile, nella lotta per la vita gli individui privilegiati arriveranno, almeno preponderantemente, a riprodursi, noi, già solo in conseguenza di questo fatto, osserveremo nella prossima generazione che da questa viene prodotta, alcune differenze. Gli individui di questa seconda generazione, se non tutti, almeno in parte, avranno già ereditati quei vantaggi individuali per i quali i loro genitori hanno riportata la vittoria sui loro competitori.

Ora, e questa è un'importantissima legge dell'eredità, quando ha luogo per una serie di generazioni una simile trasmissione di un carattere favorevole, quest'ultimo non viene semplicemente trasmesso come era primitivamente, ma esso viene continuamente accumulato e rafforzato; alfine in una generazione posteriore esso giunge a una forza che distingue già molto essenzialmente questa generazione dalla forma originaria. Prendiamo, per esempio, una quantità di piante della stessa specie che crescano assieme in un sito molto arido; esse devono combattere direttamente colla mancanza d'acqua ed inoltre devono sostenere una concorrenza fra di loro per ottenere quest'acqua. Poichè la villosità delle foglie è molto utile per ricavare l'umidità dall'aria e poichè questa villosità è molto variabile, saranno gli individui che avranno le foglie più fittamente pelose quelli che in questo sito sfavorevole saranno in migliori condizioni. Questi soli si manterranno, mentre gli altri che hanno foglie più glabre dovranno perire; gli individui più pelosi si riprodurranno ed i loro discendenti si segnaleranno in complesso per un pelo più fitto e robusto che quello degli individui della prima generazione. Quando questo processo, combinato con altre variazioni di accrescimento, perdura nello stesso sito per più generazioni, ne nasce alfine un tale accumulamento del carattere nuovamente acquistato che la pianta appare come una specie affatto nuova.

Frattanto bisogna badare che in seguito alla *correlazione* che esiste fra tutte le parti di un organismo, per regola una singola parte non può variare senza indurre nello stesso tempo delle variazioni in altre parti. Quando dunque, nell'esempio citato, il numero dei peli sulle foglie cresce notevolmente, viene tolta con ciò alle altre parti una certa quantità di materiale nutritivo; il materiale che potrebbe venir impiegato nella formazione del fiore o del seme viene diminuito, e così una minor grandezza del fiore o del seme sarà la conseguenza mediata od immediata della lotta per la vita la quale dapprima agiva solo sulla variazione delle foglie. In questo caso dunque la lotta per la vita sceglie e modifica. Il lottare che fanno i diversi individui per raggiungere le necessarie condizioni di esistenza o, nel più vasto senso, i rapporti reciproci degli organismi con tutto l'ambiente inducono variazioni di forma simili a quelle che nello stato coltivato sono prodotte dalla selezione umana.

A primo aspetto quest'idea vi sembrerà forse poco importante e voi non sarete forse propensi a dare a questi fatti il peso che essi hanno in realtà. Io devo perciò riservarmi di farvi vedere in una futura conferenza con maggiori esempi quanto sia enorme la potenza modificatrice della selezione naturale. Per ora io mi limito a ravvicinare i due processi della scelta naturale e della artificiale e fissare in che cosa corrispondano ed in che differiscano l'una dall'altra.

Tanto la scelta naturale quanto la scelta artificiale sono condizioni biologiche semplicissime, naturali, meccaniche, che riposano sulla *reazione reciproca* di due attività vitali generali o funzioni fisiologiche, cioè l'*adattamento* e l'*eredità;* come tali entrambe queste funzioni si devono di nuovo ricondurre a proprietà fisiche e chimiche della materia organica. Una differenza fra le due forme di selezione consiste in ciò che nella selezione artificiale la scelta accade *secondo un piano* determinato dalla volontà dell'uomo, mentre per la scelta naturale della lotta per la vita (quella relazione reciproca generale degli organismi) agisce *senza un piano*, ma del resto ottiene affatto lo stesso risultato, cioè una scelta di individui specialmente adatti per un ulteriore allevamento. Le variazioni prodotte dalla scelta nella selezione artificiale vanno a profitto dell'*uomo selezionante*, nella naturale invece a vantaggio dell'*organismo selezionato* com' è naturale.

Queste sono le più importanti differenze e corrispondenze fra le due sorta di selezione. Bisogna ancora badare che v' è un'altra differenza nel tempo richiesto dai due modi di selezione. L'uomo colla sua selezione artificiale può produrre notevoli modicazioni in tempo molto più breve, mentre nella scelta naturale tali modificazioni richiedono un tempo molto più lungo. Ciò dipende dal fatto che l'uomo nella sua scelta può procedere molto più accuratamente. L'uomo può fra un gran numero di individui scegliere colla massima cura alcuni, abbandonare gli altri e impiegare alla riproduzione solo i preferiti, mentre per la scelta naturale questo non è il caso. Qui per un certo tempo allato agli individui più adatti che giungono alla riproduzione si propagheranno anche alcuni o molti degli altri individui meno adatti. Finalmente l'uomo è in grado di impedire l'incrociamento fra le forme originarie e la nuova, ciò che nella scelta naturale spesso non si può evitare. Quando però ha luogo un simile incrociamento, cioè un'unione sessuale della nuova varietà colla forma originaria, allora la prole così generata ricade facilmente in quest'ultima. Nella scelta naturale un simile incrocio può solo essere evitato sicuramente quando per mezzo della *migrazione* la nuova varietà si separa ed isola dalla forma-stipite.

La scelta naturale agisce perciò molto più lentamente; essa richiede dei periodi molto più lunghi che non la scelta artificiale. Ma una conseguenza necessaria di questa differenza si è che il prodotto della selezione artificiale ritorna a svanire molto più facilmente e la forma nuovamente prodotta ritorna all'antica mentre nella selezione naturale ciò non accade. Le nuove specie che nascono da questa si mantengono molto più costanti, ritornano molto meno facilmente alla forma primitiva e sono perciò anche costanti per un tempo molto più lungo che le razze artificiali prodotte dall'uomo. Ma queste sono differenze secondarie che si spiegano colle diverse condizioni della selezione naturale ed artificiale e che essenzialmente non riguardano poi altro che il tempo. Nella loro essenza e nei mezzi usati per produrre modificazioni di forma le due sorta di scelta si corrispondono interamente.

Gli avversari irragionevoli ed ignoranti del Darwin non si stancano di affermare che la sua teoria della selezione è una supposizione infondata o per lo meno un'ipotesi che deve ancor venire verificata. Che questa affermazione sia assolutamente senza fondamento lo potete ricavare voi stessi dai principii ora esposti della teoria della selezione. Il Darwin per spiegare causalmente il modificarsi delle forme organiche non ricorre a forze naturali ignote od a condizioni ipotetiche, ma solo alle attività vitali generalmente note degli organismi che sono chiamate *eredità* ed *adattamento*. Ogni naturalista che conosca la fisiologia sa che queste due funzioni stanno in immediata connessione colle funzioni della riproduzione e della nutrizione, e che, come tutti gli altri fenomeni vitali, esse sono processi naturali, cioè riposano su movimenti molecolari della materia organica. Dipende poi necessariamente dalla *lotta per la vita* che l'azione reciproca di queste due funzioni lavori ad una costante e lenta modificazione delle forme organiche e che questa conduca alla formazione di nuove specie. Questa lotta però è tanto poco una contingenza ipotetica o bisognevole di prova quanto quell'azione reciproca della eredità e dell'adattamento. La lotta per la vita è piuttosto una necessità matematica che nasce dalla sproporzione fra il limitato numero dei posti che ci sono nella economia della natura e il numero sovrabbondante dei germi organici. L'origine di nuove specie viene poi ancora favorita in alto grado dalle *migrazioni* attive e passive degli animali e delle piante le quali hanno luogo dappertutto ed in ogni tempo. L'origine di nuove specie per via della *selezione naturale*, o, ciò che è lo stesso, per via dell'azione

reciproca dell'eredità e dell'adattamento nella lotta per la vita è con ciò una *necessità naturale matematica* la quale non ha bisogno di ulteriore dimostrazione. Colui che anche nello stato attuale della nostra scienza domanda ancor sempre delle *prove* in favore della teoria della selezione, dimostra solo o di non comprendere quest'ultima o di non essere sufficientemente al corrente dei fatti biologici, delle conoscenze empiriche dell'antropologia, zoologia e botanica.

Come quasi tutte le idee grandi e feconde, così anche la teoria darwiniana della selezione ebbe già nei tempi andati i suoi precursori; ed è appunto ancora dal nostro grande filosofo di Königsberg, Emanuele Kant, che noi troviamo espressi già un secolo prima di Darwin i primi germi di quella teoria. Come ha mostrato per la prima volta Fritz Schultze nel suo prelodato scritto su « Kant e Darwin » già nell'anno 1757 (dunque più di cent'anni prima dell'apparizione dell'opera fondamentale del Darwin), il Kant nella sua *Geografia fisica* si eleva sino a formolare certe proposizioni « nelle quali è chiaramente accennato tanto il concetto dell'evoluzione delle specie organiche, quanto anche quello dell'importanza della *selezione* dell'*adattamento* e dell'*eredità* »; così, per esempio, nel seguente passo: « Colla differenza del nutrimento, dell'aria e dell'allevamento si spiega perchè alcuni polli diventino affatto bianchi; e quando fra i molti pulcini che nascono dagli stessi genitori si *cercano solo quelli* che sono bianchi e li si mettono insieme, si ottiene finalmente una razza bianca che non cambia facilmente ». Finalmente nell'opuscolo *Delle diverse razze di uomini* (1775) egli dice: « Sulla possibilità che è data da un'*accurata separazione* degli individui tralignanti dagli individui normali di ottenere infine un durevole stampo di famiglia, riposa l'idea di allevare una razza di uomini naturalmente nobili nella quale l'intelligenza, il valore e l'onestà fossero *ereditari* ». E quanta importanza avesse pel Kant il principio della « lotta per la vita » si vede dal seguente luogo della *Antropologia prammatica:* « La natura ha posto nel genere umano il germe della *discordia*, e questo è il mezzo per cui l'uomo si *perfeziona* con un progressivo incivilimento. La *guerra* interna od esterna è la *spinta* per passare dal rozzo stato di natura alla vita civile, come un *meccanismo* in cui le forze opposte si distruggono l'una coll'altra per lo sfregamento, ma tuttavia sono tenute in movimento dall'urto o dalla trazione di altre forze » (17).

Dopo queste antichissime traccie della teoria della selezione trovate in Kant, noi troviamo i primi accenni ad essa in un opuscolo del D. W. C. Wells (apparso nel 1818 e letto già nel 1813 davanti alla Royal Society) intitolato: *Notizie su di una donna di razza bianca la cui pelle è in parte simile a quella di un negro.* L'autore di esso dice che i negri ed i mulatti hanno sulla razza bianca il vantaggio dell'immunità contro certe malattie tropicali. A questo proposito egli osserva che tutti gli animali tendono in un certo grado a variare, che gli agricoltori utilizzano questa proprietà ed applicano la selezione per migliorare i loro animali domestici, e prosegue così: « Ciò che accade però in quest'ultimo caso artificialmente mi sembra accadere naturalmente con uguale efficacia, sebbene più lentamente, nella formazione delle razze umane le quali sono adattate ai siti da esse abitati. Fra le varietà accidentali di uomini che appaiono fra i pochi e sparsi abitanti delle regioni centrali dell'Africa, alcune resisteranno meglio delle altre alle malattie locali. In seguito a ciò quelle razze si moltiplicheranno, mentre le altre diminuiscono, e ciò non solo perchè esse non sono adatte a resistere alle malattie ma anche perchè esse non sono in grado di far concorrenza ai loro più robusti vicini. Io tengo per certo che il colore di questa razza più forte

deve essere oscuro. Poichè però sussiste ancora la tendenza a formare delle varietà, così, coll'andar del tempo, si formerà una razza sempre più scura; e poichè la più scura è la meglio adatta al clima, essa diventerà finalmente nella sua patria se non l'unica almeno la razza predominante ».

Sebbene in questo passo del Wells sia chiaramente espresso e riconosciuto il principio della scelta naturale, esso viene tuttavia solo applicato, entro i limiti molto stretti, all'origine delle razze umane e non utilizzato per spiegare l'origine delle specie di animali e di piante. Il grande merito del Darwin di aver elaborata indipendentemente la teoria della selezione e di averle procacciato il completo riconoscimento che essa meritava viene così poco menomato da quelle osservazioni antiche e restate nascoste del Kant e del Wells, quanto da alcune osservazioni frammentarie sulla scelta naturale di Patrick Matthew che sono nascoste in un libro apparso nel 1831 sul « legname da costruzione per le navi e la cultura degli alberi ». Anche il celebre viaggiatore Alfredo Wallace, che indipendentemente dal Darwin aveva elaborata la teoria della scelta naturale e l'aveva pubblicata nel 1858 contemporaneamente alla prima comunicazione di esso, rimane molto al di sotto del suo più grande e più vecchio compatriota, tanto per ciò che riguarda la profondità quanto per ciò che riguarda l'estesa applicazione di esso. Il Darwin, pel modo altamente comprensivo e geniale con cui ha elaborata l'intera teoria, si è acquistato giustamente il diritto di vederla unita al suo nome.

Se la scelta naturale, come noi affermiamo, è la più importante delle cause efficienti che hanno prodotto la meravigliosa molteplicità della vita organica sulla terra, anche gli interessanti fenomeni della *vita umana* devono in gran parte potersi spiegare colle stesse cause. Poichè l'uomo non è già altro che un vertebrato più altamente sviluppato, e tutti i lati della vita umana trovano i loro paralleli, o meglio i corrispondenti stati inferiori di sviluppo già preesistenti nel regno animale. La storia dei popoli o la cosidetta « *storia universale* » deve allora potersi spiegare in gran parte colla « scelta naturale », deve essere un processo fisico-chimico che riposa sull'azione reciproca dell'adattamento e dell'eredità nella lotta per la vita. E così è realmente. Frattanto non solo la scelta *naturale* ma anche l'*artificiale* esercita in più modi la sua azione nella storia universale.

Un esempio notevole di *selezione artificiale dell'uomo* applicata su larga scala ce l'offrono gli antichi spartani, presso i quali per una legge speciale già i bimbi appena nati dovevano essere sottoposti ad una revisione e ad una scelta accurata. Tutti i bimbi deboli, malaticci o affetti da qualche vizio corporeo venivano uccisi. Solo i bimbi perfettamente sani e robusti dovevano rimanere in vita ed essi soli giungevano più tardi a riprodursi. Con ciò la razza spartana non solo era mantenuta costantemente in uno stato esemplare di forza e di valore, ma la sua perfezione corporea cresceva di generazione in generazione. Per certo il popolo di Sparta deve in gran parte a questa scelta artificiale il suo singolare grado di maschia forza e di rude eroismo.

Anche diverse tribù delle Pelli-rosse dell'America settentrionale, le quali presentemente, malgrado la più valorosa resistenza, soggiaciono alla potenza troppo superiore degli invasori di razza bianca, devono il loro grado peculiare di robustezza corporea e di valore guerriero ad una simile scelta accurata dei loro neonati. Anche qui tutti i bimbi deboli o in qualche modo difettosi vengono subito uccisi, e solo gli individui perfettamente robusti restano in vita e propagano la razza. Che da questa scelta artificiale nel corso delle generazioni la razza venga notevolmente inrobustita non è dubbio per sè, ed è sufficientemente dimostrato da molti fatti ben noti.

Un' azione che è l'opposto della scelta artificiale dei selvaggi Pelli-rosse e degli antichi spartani è quella esercitata dalla scelta individuale che nei nostri moderni Stati inciviliti viene fatta dall'arte medica perfezionata dei nostri tempi. Poichè sebbene sia pur sempre poco in grado di guarire veramente le interne malattie, tuttavia la medicina possiede ed esercita meglio di una volta l'arte di prolungare per lunghi anni delle malattie lente e croniche. Appunto le malattie più rovinose come la tisi, la scrofola, la sifilide e molte forme di malattie mentali sono particolarmente ereditarie e vengono trasmesse dai genitori malati ad una parte dei loro figli od anche a tutta la loro prole. Ora quanto più a lungo i genitori malati prolungano coll'aiuto dell'arte medica la loro inferma esistenza, tanto più numerosa è la prole che da essi può ereditare l'incurabile morbo, tanto maggior numero di individui anche nella successiva generazione in grazia a quella *selezione artificiale medica* saranno infettati dai loro genitori con quelle lente malattie ereditarie.

Molto più pericolosa e rovinosa che questa selezione medica è la *selezione clericale*, quel processo di selezione pieno di gravi conseguenze che viene esercitato da quella gerarchia potente ed unitariamente organizzata. In tutti gli Stati in cui un simile clero centralizzato ha esercitato per secoli il suo malefico influsso sull'allevamento della gioventù, sulla famiglia e con ciò sulle più importanti basi della intera società le dolorose conseguenze della demoralizzante « selezione clericale » appaiono chiaramente dal rovinare dell'istruzione e della morale. Si pensi solo alla Spagna, questo « cristianissimo » paese! Ciò è anche evidente in modo speciale nella Chiesa cattolica romana la cui più grande potenza nel medioevo coincide col più basso grado della ricerca scientifica e della moralità generale. Poichè qui i preti sono costretti dalla disposizione raffinatamente immorale del celibato ad insinuarsi nell'intimo santuario della famiglia, e qui sviluppando una speciale fecondità essi fanno ereditaria in una discendenza sproporzionatamente numerosa l'immoralità del loro carattere. Questo processo di selezione cattolica venne potentemente aiutato dall'inquisizione la quale levò accuratamente di mezzo tutti i più nobili ed i migliori caratteri.

D'altra parte bisogna osservare che nella vita civile dell'umanità altre forme di scelta artificiale hanno un'azione molto favorevole. Quanto ciò sia vero per molte condizioni della nostra avanzata civiltà e sopratutto per la migliorata educazione ed istruzione scolastica si vede chiaramente. Anche la pena di morte agisce direttamente con effetti benefici come processo di selezione artificiale. Per verità molti preconizzano ora come « misura liberale » l'abolizione della pena di morte ed a nome di una falsa « umanità » fanno valere a tal proposito le più futili ragioni. Ma in verità la pena di morte non solo è la giusta pena per un gran numero di incorreggibili malfattori, ma inoltre è un gran benefizio per la parte migliore dell'umanità; lo stesso benefizio che è per un giardino ben coltivato l'estirpazione della invadente gramigna. Come collo sradicare accuratamente la gramigna si guadagna luce, aria e spazio per le piante utili, così dal distruggere senza riguardi tutti i malfattori incorreggibili non solo verrebbe molto facilitata la « lotta per la vita » alla parte migliore dell'umanità, ma verrebbe anche esercitata una vantaggiosa selezione artificiale, poichè verrebbe tolta a quei rifiuti degenerati dell'umanità la possibilità di trasmettere ereditariamente le loro dannose qualità.

Contro l'influsso malefico di molti processi di scelta artificiale noi troviamo fortunatamente un giovevole contrappeso nell'influsso generale ed invincibile della *scelta naturale* la quale è molto più forte. Poichè questa è dappertutto anche nella vita

umana come nella vita delle piante e degli animali il più importante principio modificatore e la più forte leva pel progresso ed il perfezionamento. La lotta per la vita o la « concorrenza » porta con sè che in complesso il migliore, perchè è il più perfetto, la vinca sul più debole e più imperfetto. Nella vita degli uomini questa lotta per la esistenza diviene però sempre più una lotta dello spirito, non una guerra con armi micidiali. Quell'organo che nell'uomo viene più perfezionato degli altri dall'influsso nobilitante della selezione naturale è il *cervello.* L'uomo più intelligente finisce per vincere e trasmette ai suoi discendenti le facoltà cerebrali che gli hanno procurata la vittoria. Così è che noi dobbiamo sperare con ragione che malgrado tutte le forze che spingono al regresso si avvererà sempre più sotto l'influsso vittorioso della scelta naturale il progresso del genere umano verso l'istruzione liberale e perciò verso il più grande possibile perfezionamento.



OTTAVA CONFERENZA

Eredità e riproduzione.

Generalità dell'ereditarietà e dell'eredità. — Loro più notevoli manifestazioni. — Uomini con quattro, sei o sette dita. — Uomini-istrice. — Eredità delle malattie, soprattutto delle mentali. — Peccato ereditario. — Monarchia ereditaria. — Nobiltà ereditaria. — Ereditarietà delle facoltà psichiche e dei talenti. — Cause materiali dell'eredità. — Connessione dell'eredità colla riproduzione. — Generazione spontanea e riproduzione. — Riproduzione asessuale o monogona. — Riproduzione per scissione. — Monere ed amebe. — Riproduzione per gemmazione, per gemme-germi o per gemme-cellule. — Riproduzione sessuale od amfigona. — Ermafrodismo. — Separazione dei sessi o gonocorismo. — Generazione virginale o partenogenesi. — Trasmissione materiale delle proprietà di entrambi i genitori al nato nella riproduzione sessuale.

Signori!

Nell'ultima conferenza voi avete appreso che la forza naturale la quale produce le diverse forme di animali e piante è, secondo la teoria del Darwin, la scelta naturale. Noi intendiamo con questa espressione l'azione reciproca generale che si esercita nella lotta per la vita fra l'*ereditarietà* e la *variabilità* degli organismi, cioè fra due funzioni fisiologiche che sono proprie di tutti i vegetali ed animali e che si possono ricondurre ad altre attività vitali, alle funzioni della riproduzione e della nutrizione. Tutte le diverse forme di organismi che abitualmente si è propensi a considerare come prodotti di una forza creatrice finalistica, noi, con quella teoria della selezione, abbiamo potuto considerarle come prodotti necessarii della selezione naturale priva di scopo, la quale nasce dall'azione reciproca inconscia delle due proprietà della variabilità e della ereditarietà. Vista la straordinaria importanza che acquistano perciò queste due proprietà vitali degli organismi, noi dobbiamo ora esaminarle un po' più da vicino, e per oggi ci occuperemo dell'eredità.

A rigor di termini noi dobbiamo distinguere fra ereditarietà ed eredità. L'*ereditarietà* è la potenza di ereditare, la *facoltà* che hanno gli organismi di tramettere le loro proprietà ai loro discendenti per mezzo della riproduzione. L'*eredità*, per contro, designa il vero esercizio di questa facoltà, la trasmissione *reale*.

Ereditarietà ed eredità sono fenomeni così generali, quotidiani, che il più degli uomini non ci badano affatto, e che ben pochi tendono a riflettere specialmente sul valore e sulla significazione di questi fenomeni vitali. Si trova generalmente che sia cosa affatto generale e sottintesa che ogni organismo generi il suo simile, e che i figli nel complesso e nelle particolarità siano simili ai loro genitori. Per solito si ha cura di notare l'ereditarietà e di parlarne solo in quei casi dove essa concerna una speciale particolarità che sia apparsa per la prima volta, senza essere stata ereditata, in un individuo umano e che da questo sia stata trasmessa ai suoi discendenti. L'eredità si mostra così in modo particolarmente notevole in certe malattie ed in certe aberrazioni affatto insolite, mostruose dalla conformazione normale del corpo.

Fra questi casi di eredità di variazioni mostruose sono specialmente istruttivi quelli che riguardano un aumento od una diminuzione anormale nel numero delle dita delle mani e dei piedi nell'uomo. Si trovano non di rado delle famiglie umane in cui si sono osservate per più generazioni sei dita ad ogni mano o ad ogni piede. Sono più rari gli esempi di sette o quattro dita. La conformazione anormale appare sempre dapprima in un singolo individuo il quale, per cause incognite, nasce con un numero di dita superiore al normale e lo trasmette per eredità ad una parte dei suoi discendenti. Ora in una stessa famiglia si può seguire la presenza dell'esadattilia per tre, quattro o più generazioni. In una famiglia spagnuola non meno di quattordici individui erano segnalati da questa sovrabbondanza di dita. In tutti i casi l'eredità del sesto dito sopranumerario della mano o del piede non è durevole, poichè gli uomini esadattili (con 6 dita) si mescolano di nuovo sempre coi pentadattili (con 5 dita). Se una famiglia esadattila si propagasse solo per unioni fra i suoi membri, se uomini con sei dita sposassero sempre solamente donne con sei dita, allora pel fissarsi di questo carattere ne nascerebbe una speciale razza umana esadattila. Poichè invece gli uomini con sei dita sposano sempre donne che ne hanno cinque e viceversa, così la loro discendenza mostra per solito nelle dita dei rapporti numerici molto misti ed infine, dopo il corso di alcune generazioni, ricade nel numero normale. Così, per esempio, di 8 figli di un padre esadattile e di una madre pentadattile possono 2 ragazzi avere alle mani ed ai piedi 6 dita, 4 figli possono mostrare rapporti numerici misti e 2 figli avere interamente il numero normale. In una famiglia spagnuola tutti i figli, sino al più giovane esclusivamente, avevano alle mani ed ai piedi sei dita, solo il più giovane aveva dappertutto cinque dita, ond'è che il padre suo esadattile non voleva riconoscere quest'ultimo come suo figlio.

In modo molto notevole si mostra poi l'ereditarietà nella conformazione e colorazione dei peli e della pelle dell'uomo. È notissima l'esattezza con cui uno speciale carattere del sistema cutaneo, per esempio una pelle particolarmente morbida o ruvida, una notevole esuberanza di pelo, uno speciale colore o grandezza degli occhi, ecc., seguita in molte famiglie umane ad ereditarsi per più generazioni. Così pure certe escrescenze locali e macchie della pelle, le cosidette voglie, le lentigini ed altre accumulazioni di pigmento che appaiono in certi siti non raramente seguitano ad ereditarsi per varie generazioni così esattamente che esse appaiono nei discendenti negli stessi siti in cui erano presenti nei loro genitori. Divennero specialmente famosi gli uomini-istrici della famiglia Lambert che viveva a Londra nel secolo scorso. Edoardo Lambert, nato nel 1717, si segnalava per una conformazione affatto insolita e mostruosa della pelle. Tutto il suo corpo era coperto di una crosta cornea spessa un pollice la quale si sollevava in forma di numerosi prolungamenti aculeiformi e squamiformi lunghi fino ad un pollice. Questa conformazione mostruosa dell'epidermide fu trasmessa dal Lambert al suo figlio ed al suo nipote, ma non alle nipotine. La trasmissione rimase qui dunque nella linea maschile, ciò che del resto accade spesso. Così pure un esuberante sviluppo adiposo in certi siti del corpo si eredita spesso solo in linea femminile. È quasi inutile ricordare quanto esattamente si erediti l'aspetto caratteristico del viso: ora esso rimane nella linea maschile, ora nella femminile, ora si mescola in entrambe.

Notissima e molto istruttiva è infine l'eredità degli stati patologici, sopratutto di certe forme di malattie. Si sa che sopratutto le malattie degli organi respiratorii, delle ghiandole e del sistema nerveo sono facilmente trasmissibili per eredità. Soventissimo

appare subitamente in una famiglia sana una malattia che sin'allora le era ignota; essa viene prodotta da cause esterne, da condizioni nocive di vita. Questa malattia, che in un singolo individuo è stata suscitata da cause esterne, si propaga da questo ai suoi discendenti ed oramai tutti od una parte di essi devono soffrire di quella malattia. Per le malattie dei polmoni questa dolorosa condizione dell'ereditarietà è universalmente nota come lo è quella delle malattie di fegato, della sifilide, delle malattie mentali. Queste ultime hanno un interesse affatto speciale. Nella stessa guisa che certi tratti del carattere umano, fierezza, ambizione, leggerezza, ecc., vengono fedelmente trasmesse per eredità alla discendenza, vengono pure trasmesse certe estrinsecazioni speciali, anormali della attivitàp sichica, come le fissazioni, la melanconia, la debolezza di spirito, insomma le malattie mentali. Si vede qui in modo chiaro ed incontrastabile che l'anima dell'uomo, come l'anima degli animali, è una funzione puramente meccanica, la somma dei moti molecolari delle particelle cerebrali, e che essa, come qualsiasi altra proprietà corporea, viene trasmessa materialmente, per mezzo della riproduzione, insieme col suo substrato.

Questo fatto importantissimo ed innegabile suscita abitualmente, quando viene affermato, un certo dispetto, sebbene in verità lo si ammetta tacitamente da tutti. Poichè su che cosa poggiano le idee di « peccato ereditario », di « saviezza ereditaria », di « nobiltà ereditaria », ecc., se non sulla convinzione che le *proprietà dello spirito* umano sono trasmesse *materialmente* dai genitori ai loro discendenti per mezzo della riproduzione, cioè per un processo puramente *materiale?* Il riconoscimento di questa grande importanza dell'ereditarietà si palesa in una quantità di istituzioni umane, come per esempio nella divisione in caste che si trova presso parecchi popoli, caste di guerrieri, caste di preti, caste di lavoranti, ecc. È chiaro che l'istituzione di tali caste riposa in origine sui concetti che si avevano dell'alta importanza di qualità ereditarie proprie di certe famiglie e che si presupponevano dover essere sempre trasmesse dai genitori ai loro discendenti. L'istituzione della nobiltà ereditaria e della monarchia ereditaria si deve ricondurre all'idea di una simile eredità di speciali virtù. Disgraziatamente però non solo le virtù, ma anche i vizii vengono ereditariamente trasmessi ed accumulati, e se voi raffrontate nella storia universale i varii individui delle singole dinastie, voi troverete certamente dappertutto un gran numero di prove in favore dell'ereditarietà, ma spesso meno per l'ereditarietà delle virtù che per quella delle qualità opposte. Pensate, per esempio, agli imperatori romani, ai Giulii ed ai Claudii, oppure ai Borboni di Francia, di Spagna e d'Italia.

In realtà è difficile trovare altrove una copia di esempi lampanti in favore della notevole ereditarietà dei tratti più delicati del corpo e dello spirito come quella che ci è offerta dalla storia delle case regnanti nelle monarchie ereditarie. Ciò vale sopratutto per le malattie mentali sopra mentovate, le quali sono ereditarie in modo estremo. Già il celebre alienista Esquirol trovò che il numero dei malati di mente nelle case regnanti sta, a quello che si presenta nella popolazione ordinaria, come 60 ad 1, cioè a dire che le malattie mentali nelle famiglie privilegiate delle case regnanti sono 60 volte più frequenti che nel resto dell'umanità. Se la stessa statistica esatta fosse fatta anche per la nobiltà ereditaria si stabilirebbe facilmente che anche questa dà un contingente di malati di mente sproporzionatamente maggiore che l'umanità plebea. Questo fenomeno ci stupirà poco quando avremo pensato quale pregiudizio si arrechino da se stesse queste caste privilegiate colla loro educazione unilaterale e per nulla naturale come pure pel loro isolamento artificiale dal resto dell'umanità. Con ciò molti brutti

lati dell'umana natura vengono specialmente sviluppati, allevati artificialmente e propagati secondo le leggi dell'eredità con forza ed unilateralità sempre crescente per tutta la serie delle generazioni.

Come in certe dinastie si siano trasmesse e conservate ereditariamente per molte generazioni le nobili tendenze per la scienza e per l'arte, in altre il sentimento del dovere con cui il virtuoso dominatore si considera come il primo servitore dello Stato, come per contro in altre dinastie si ereditino per secoli una speciale tendenza al godimento sensuale od al guerreggiare od alla brutale tirannia è cosa che vi è sufficientemente nota dalla storia universale. Così pure in molte famiglie si ereditano, per molte generazioni, disposizioni ben determinate per certe attività spirituali, per esempio per la poesia, la musica, la pittura, la matematica, la storia naturale, la filosofia, ecc. Nella famiglia Bach si sono dati non meno di ventidue casi di talenti musicali eminenti. Naturalmente l'eredità di simili peculiarità, come in generale quella di tutte le proprietà psichiche, riposa in ultimo sul processo materiale della generazione. Anche qui il fenomeno vitale, l'esplicazione di forza, è (come succede dappertutto in natura) immediatamente collegata con diversi rapporti quantitativi della materia. Sono la combinazione ed il moto molecolare che vengono trasmessi nella generazione.

Prima di passare ora ad un più attento esame delle leggi in parte interessantissime e molto importanti dell'eredità dobbiamo intenderci sulla natura propria di questo processo. Molti considerano i fenomeni dell'ereditarietà come affatto enigmatici, come processi particolari che non possono essere penetrati dalle scienze naturali e dei quali le cause e l'intima essenza non possono essere concepite. Appunto qui si ritiene generalmente trattarsi di azioni soprannaturali. Tuttavia, fin d'ora, nello stato presente della fisiologia si può mostrare con completa sicurezza che i fenomeni dell'ereditarietà sono processi affatto naturali, che essi si devono a cause meccaniche, e che essi riposano su fenomeni materiali di moto che si compiono nell'interno degli organismi i quali possono considerarsi come fenomeni parziali della riproduzione. Tutti i fenomeni della ereditarietà e le leggi dell'eredità si possono ricondurre ai processi materiali della *riproduzione*.

Ogni singolo organismo, ogni individuo vivente deve la sua esistenza *sia* ad un atto di generazione senza genitori o « generazione primordiale » (*generatio spontanea, archigonia*), *sia* ad un atto di generazione da genitori o « riproduzione » (*generatio parentalis, tocogonia*). Sulla generazione spontanea od archigonia, dalla quale possono originarsi solo organismi di massima semplicità, *monere*, ci ritorneremo in una futura conferenza. Pel momento dobbiamo occuparci della riproduzione o tocogonia che è molto importante esaminare più attentamente per poter comprendere l'eredità. Probabilmente la maggior parte di voi conoscerà dei fenomeni della riproduzione solamente quelli che si osservano generalmente nelle piante ed animali superiori, i processi della riproduzione sessuale od anfigonia. Molto meno noti sono i processi della generazione asessuale o monogonia. Ora appunto questi sono di gran lunga più adatti dei primi a gettare una viva luce sulla natura della eredità che è connessa coi fenomeni di riproduzione.

Per questa ragione vi prego di limitarvi ora a considerare i fenomeni della *riproduzione asessuale* o *monogona* (monogonia). Questa ci si presenta in forme molteplicemente diverse come scissione, gemmazione, formazione di cellule-germi o spore. È soprattutto istruttivo osservare qui la riproduzione dei più semplici organismi che ci siano noti, e sui quali dovremo ritornare più tardi quando si tratterà della generazione spontanea. Questi più semplici fra tutti gli organismi conosciuti od anche immaginabili

sono le *monere* che abitano le acque: sono piccolissimi corpicciuoli viventi che propriamente, a rigor di termini, non meritano nemmeno il nome di organismi. Poichè l'appellativo di « organismo » applicato agli esseri viventi riposa sul concetto che ogni corpo naturale animato sia composto di organi, di parti diverse, le quali, come strumenti, simili alle diverse parti di una macchina, interferiscono gli uni cogli altri ed operano di concerto per produrre l'attività dell'insieme. Ora però, da venticinque anni, noi abbiamo imparato a conoscere nelle monere dei piccoli organismi che in realtà non sono composti di organi, ma consistono unicamente di una materia uguale, senza struttura, di plasma omogeneo. L'intero corpo di queste monere per tutta la loro vita non è altro che un mobile grumo mucilaginoso senza forma costante, un piccolo pezzo vivente di una combinazione albuminoide del carbonio. Noi riteniamo che questa massa omogenea possegga una struttura molecolare complicatissima, ma essa non è riconoscibile dalle ricerche anatomiche o microscopiche. È impossibile immaginare organismi più semplici, più imperfetti (15).

Le prime osservazioni complete sulla storia naturale di una monera (*Protogenes primordialis*) furono fatte da me in Nizza nel 1864. Più tardi (1866) ho osservate altre notevolissime monere nell'isola di Lanzerota (Canarie) e (nel 1867) nello stretto di Gibilterra. La storia completa della vita di questa monera delle Canarie, la *Protomyxa aurantiaca*, è rappresentata nella tavola I e descritta nella spiegazione di essa (in appendice). Anche nel mare del Nord, sulle coste della Norvegia, presso Bergen, ho trovato (nel 1869) una singolare monera. Un'interessante monera d'acqua dolce venne descritta dal Cienkowski sotto il nome di *Vampyrella*, un'altra dal Sorokin sotto il nome di *Gloidium*, una terza, *Biomyxa* dal Leidy, una quarta, *Haeckelina* dal Mereschkowski, ecc. Ultimamente molti altri naturalisti (Grüber, Trinchese, Maggi, Bütschli, ecc.) hanno osservato simili monere vere prive di nucleo. Dò grande peso all'essersi così da diverse parti constatata la mia scoperta, che era stata spesso messa in dubbio, perchè l'esistenza di plastidii senza nucleo ha la massima importanza per molte questioni fondamentali della nostra teoria dell'evoluzione. In fatto il corpo delle monere risulta unicamente di plasma senza struttura o *protoplasma*, cioè di una combinazione albuminoide del carbonio la quale, sotto infinite modificazioni, si trova in tutti gli organismi formandovi il substrato più essenziale e sempre presente di tutti i fenomeni vitali. Una estesa descrizione e rappresentazione di quelle monere l'ho data nel 1870 nella mia *Monografia delle monere* da cui è copiata anche la tavola I (15).

La maggior parte delle monere appaiono in istato di riposo come piccole sferule mucilaginose invisibili od appena visibili ad occhio nudo, raggiungenti al più la grandezza della capocchia di uno spillo. Quando la monera si muove, si formano alla superficie della sfericciuola mucilaginea dei prolungamenti informi simili a digitazioni o finissimi fili raggianti, i cosidetti falsipiedi o pseudopodii. Questi pseudopodii sono semplici, immediati prolungamenti della massa albuminoide amorfa che forma l'intero corpo. Noi non siamo in grado di scorgere in essa delle parti distinte, e possiamo avere la prova diretta dell'assoluta semplicità di questa massa albuminoide semifluida seguendo sotto al microscopio l'entrata degli alimenti nelle monere. Quando dei piccoli corpicciuoli che possono servire al loro nutrimento, per esempio particelle di corpi organici scomposti o microscopiche pianticelle od infusorii, vengono accidentalmente a contatto colle monere, essi rimangono aderenti alla superficie attaccaticcia di questo grumo mucilagineo semifluido, producono qui uno stimolo che ha per conseguenza un maggiore afflusso della massa mucilaginosa del corpo e finalmente vengono

interamente rinchiusi in questa, oppure essi vengono introdotti nel corpo della monera dai movimenti delle singole particelle albuminoidi del loro corpo, qui vengono digeriti e assorbiti per semplice diffusione (endosmosi).

Altrettanto semplice come la nutrizione è la *riproduzione* di questi esseri primitivi che propriamente non si possono chiamare nè animali nè piante. Ora tutte le monere si propagano per via asessuata, per monogonia, e cioè, nel caso più semplice, per quella specie di scissione che noi abbiamo messo a capo delle diverse forme di riproduzione, la divisione spontanea. Quando un simile grumo, per esempio, una *Protamoeba* od un *Protogenes* ha raggiunto, coll'assimilarsi delle materie estranee albuminose, una certa grossezza, esso si divide in due pezzi; si forma un ristringimento a modo di anello il quale finalmente conduce alla divisione delle due metà (vedi figura 1). Ogni metà si arrotonda subito ed appare ormai come un individuo indipendente il quale ricomincia da capo il semplice ciclo dei fenomeni vitali, nutrizione e riproduzione. La metà separatasi essendo gradatamente ricostituita mediante l'accrescimento, questa rigenerazione eleva la metà al valore di un tutto. In altre monere (*Vampyrella* e *Gloidium*) il corpo nella riproduzione non si divide in due, ma in quattro parti uguali; in altre poi (*Protomonas*, *Protomyxa*, *Myxastrum*) si divide subito in un gran numero di piccole sferule mucilaginee, ognuna delle quali per semplice accrescimento ridiviene uguale al corpo del progenitore (tav. I). Qui si vede chiaramente che il processo della *riproduzione non è altro che un accrescersi dell'organismo oltre la sua misura individuale.*

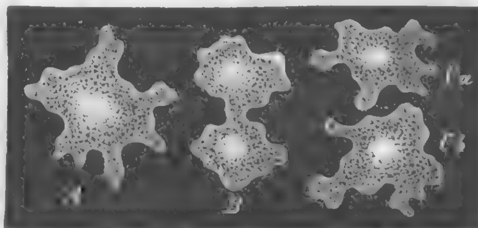


Fig. 1. — Riproduzione di uno dei più semplici organismi, di una monera, per scissione.

A) La monera intiera, una *Protamoeba*; *B*) Essa si divide per un ristringimento mediano in due metà; *C*) Ognuna delle due metà si è separata dall'altra e rappresenta ormai un individuo indipendente.

Il modo semplice di riproduzione per scissione è propriamente il più generale e il più sparso dei diversi modi di riproduzione, poichè collo stesso semplice processo della scissione si riproducono anche le cellule, quei semplici individui organici che, riuniti in gran numero, compongono il corpo della grandissima maggioranza degli organismi, non escluso il corpo umano. Facendo astrazione dagli organismi d'infimo ordine che non hanno ancor nemmeno il valore formale di una cellula (monere) o che per tutta la loro vita rappresentano una semplice cellula (come la maggior parte dei protisti) il corpo di ogni individuo organico è composto da un gran numero di cellule. Ogni cellula organica è, fino ad un certo punto, un organismo indipendente, un cosidetto « organismo elementare od organismo di primo ordine ». Ogni organismo più elevato è in certo qual modo una società od uno stato di simili individui elementari divenuti multiformi in seguito alla divisione del lavoro. Originariamente anche ogni cellula organica è solo un semplice grumo mucilagineo come una monera, diverso tuttavia da questa perchè la massa albuminoide omogenea si è differenziata in due parti costituenti: un corpicino albuminoide più compatto, interno, il nucleo (*nucleus*), ed un corpo albuminoide esterno più molle, la sostanza della cellula (*protoplasma*). Inoltre molte cellule formano poi più tardi ancora una terza parte costitutiva (che tuttavia manca di sovente) incapsulandosi e secernendo un invoglio esterno o membrana cellulare (*membrana*). Tutte le altre parti che si trovano nelle cellule hanno un valore secondario e non ci interessano qui.

Anche ogni organismo pluricellulare è in origine una semplice cellula; esso diventa pluricellulare nel fatto che, quella cellula si moltiplica per scissione e che i nuovi individui cellulari così formati rimangono uniti e colla divisione del lavoro formano una comunità od uno stato. Le forme ed i fenomeni vitali di tutti gli organismi pluricellulari non sono che il risultato e l'espressione delle forme e dei fenomeni vitali di tutte le singole cellule che li costituiscono. L'uovo, dal quale si sviluppano la maggior parte degli animali e delle piante, è una semplice cellula.

Gli organismi unicellulari, cioè quelli che per tutta la loro esistenza conservano il valore di un'unica cellula, per esempio, le amebe (fig. 2) si riproducono normalmente nel modo più semplice, per scissione, Questo processo si distingue dalla scissione già

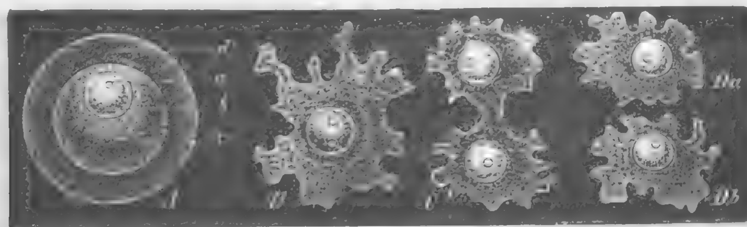


Fig. 2. — Riproduzione di un organismo unicellulare (*Amoeba sphaerococcus*) per scissione.

A) L'ameba incistidata, semplice cellula sferica risultante da una massa protoplasmatica *c*) che racchiude un nucleo *b*) ed un nucleolo *a*) e che è circondata da una membrana cellulare o capsula; *B*) L'ameba libera che ha rotta ed abbandonata la cisti o membrana cellulare; *C*) Essa incomincia a dividersi, scindendosi il suo nucleo in due nuclei e formandosi fra essi una costrizione del protoplasma: *D*) La divisione è compiuta essendosi anche il protoplasma diviso completamente in due metà (*Da* e *Db*).

descritta delle monere solo pel fatto che dapprima il nucleo più compatto si divide in due nuclei. I due nuovi nuclei si allontanano l'uno dall'altro ed agiscono oramai come due diversi punti d'attrazione sulla massa più molle che li circonda, il protoplasma. Perciò anche quest'ultimo si divide finalmente in due metà, e si hanno ora due nuove cellule simili alla cellula madre. Se la cellula era circondata da una membrana, questa o non si divide come nella segmentazione dell'uovo (v. figg. 3 e 4) o segue passivamente il ristringimento attivo del protoplasma, oppure ogni nuova cellula secerne una nuova membrana.

Ora nella stessa maniera che gli organismi unicellulari, per esempio l'*Amoeba*, si riproducono pure le cellule non indipendenti le quali rimangono riunite in comunità o stati e così costituiscono il corpo degli organismi superiori, nello stesso modo si moltiplica pure per semplice scissione la cellula colla quale la maggior parte degli animali e delle piante cominciano la loro esistenza individuale, cioè l'uovo. Quando un animale, per esempio un mammifero (fig. 3 e 4), si sviluppa dall'uovo, questo semplicissimo processo comincia sempre con ciò che la semplice cellula-uovo con una ripetuta scissione forma un ammasso di cellule. L'involglio esterno, o membrana cellulare dell'uovo sferico, rimane indiviso. Dapprima, dopo la fecondazione, il nucleo dell'uovo si divide in due nuclei, poi si divide anche il protoplasma (il vitello) (fig. 4, *A*). Nello stesso modo per continuata scissione le due cellule si dividono in quattro (fig. 4, *B*), queste in otto (fig. 4, *C*), in sedici, trentadue, ecc., e ne risulta finalmente un ammasso sferico di numerose piccole cellule (fig. 4, *D*). Queste poi moltiplicandosi ulteriormente e modicandosi in vario modo (divisione del lavoro) formano poco alla volta il futuro organismo complesso pluricellulare. Ognuno di noi al principio del suo sviluppo

individuale è passato pel processo rappresentato nella fig. 4. L'uovo di mammifero rappresentato nella fig. 3 ed il suo sviluppo rappresentato nella fig. 4 potrebbero rappresentare tanto l'uomo, quanto le scimmie, quanto il cavallo, il cane o qualsiasi altro mammifero placentale.

Se voi per ora esaminate dappresso solo questa semplicissima forma di riproduzione, non vi apparrà certamente strano che i prodotti della divisione abbiano le stesse proprietà dell'organismo originario, od individuo generatore. Essi non sono già altro che le metà di esso e poichè la materia, il plasma, è la stessa nelle due metà, poichè i due nuovi individui hanno ricevuto dall'organismo paterno la stessa quantità della medesima materia, così è naturale che anche i fenomeni vitali, le proprietà fisiologiche siano le stesse nei due figli. Di fatto, sotto ogni rapporto, tanto riguardo alla loro forma ed alla loro materia, che riguardo ai loro fenomeni vitali, le due cellule-figlie non si possono distinguere l'una dall'altra nè dalla cellula-madre. Esse hanno *ereditato* da lei la stessa natura.

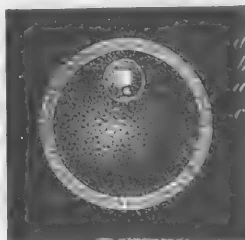


Fig. 3.
Uovo di un mammifero (una semplice cellula).

a) Nucleolo (cosidetta macchia germinativa); *b*) Nucleo (cosidetta vescicola germinativa); *c*) Protoplasma (cosidetto vitello o tuorlo dell'uovo); *d*) Membrana (membr. vitellina) dell' uovo, chiamata nei mammiferi, per la sua trasparenza, membrana pellucida.

Ora questa riproduzione così semplice per scissione non si trova solo nelle singole cellule, ma anche in organismi pluricellulari più elevati, per esempio, nei coralli. Molti di essi che mostrano già un più elevato grado di complicazione e di organizzazione, si riproducono tuttavia per semplice scissione. Qui l'intero organismo con tutti i suoi organi si divide in due metà uguali subito che egli abbia raggiunta coll'accrescimento una certa grandezza. Ogni metà si ricostituisce presto mediante l'accrescimento in un individuo completo. Anche qui voi trovate certo naturale che i due prodotti della scissione condividano le proprietà dell'organismo paterno, poichè essi stessi ne sono le metà materiali.

Alla riproduzione per scissione si rannoda dapprima la *riproduzione per gemme.*

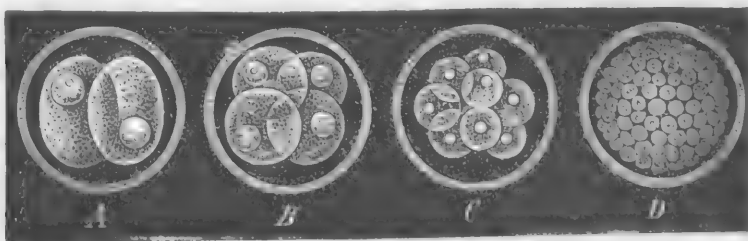


Fig. 4. — Principio dell'evoluzione dell'uovo dei mammiferi, la cosidetta segmentazione (riproduzione della cellula-uovo per ripetuta divisione).

A) L'uovo per la formazione del primo solco si divide in due cellule; *B*) Queste dimezzandosi si scindono in quattro cellule; *C*) Queste ultime si sono divise in otto cellule; *D*) Dalla divisione continuata è nato un ammasso sferico di numerose cellule.

Questa sorta di monogonia è straordinariamente sparsa. Essa si trova tanto (sebbene più di rado) nelle cellule semplici, quanto anche negli organismi superiori composti di molte cellule. La formazione di gemme è sparsa in modo affatto generale nel regno vegetale, più rara nel regno animale. Tuttavia anche qui la si trova molto frequente nel gruppo dei zoofiti, sopratutto nei coralli ed in gran parte delle meduse; infine la si incontra ancora in parte dei vermi (platelminti, anellidi, briozoi) e nei tunicati. La

più gran parte delle colonie ramificate, che anche esternamente sono così simili alle arborescenze vegetali, nascono come queste per gemmazione.

La riproduzione per formazione di gemme (*gemmatio*) è essenzialmente diversa dalla riproduzione per scissione. I due organismi nuovamente prodotti per gemmazione sono della stessa età e perciò sin dal principio non hanno ugual valore come era il caso nella scissione. In quest'ultima noi non possiamo evidentemente considerare alcuno dei due individui nuovamente generati come il paterno, il generatore, poichè essi hanno la stessa parte nella costituzione dell'organismo paterno, primitivo. All'incontro quando un organismo produce una gemma, quest'ultima è figlia di esso. I due individui sono di diversa età e perciò anche di diversa grandezza e di diverso valore morfologico. Quando, per esempio, una cellula si moltiplica per gemmazione, noi non vediamo che la cellula si scinda in due metà uguali, ma invece si forma in un punto una sporgenza, che diventa sempre più grossa e che parimenti per accrescimento indipendente si separa più o meno dall'organismo generatore. La gemma può più tardi, quando abbia raggiunta una certa grossezza, o separarsi completamente dall'individuo generatore o rimanere in connessione con questo e formare una colonia, vivendo tuttavia in modo affatto indipendente. Mentre l'accrescimento, che prepara la riproduzione, nella scissione è totale e concerne l'intero corpo, nella gemmazione è invece parziale e riguarda solo una parte dell'organismo generatore. Ma anche qui la gemma, l'individuo nuovamente prodotto che sta così a lungo in immediata connessione coll'organismo generatore e che da esso deriva ne conserva la proprietà essenziali e il primitivo piano di struttura,

Alla gemmazione si rannoda immediatamente una terza maniera di riproduzione asessuale, la « formazione di gemme-germi » (*polysporogonia*). In certi organismi inferiori imperfetti, così in molte crittogame, e, fra gli animali, specialmente nei zoofiti e vermi, in un individuo pluricellulare un piccolo gruppo di cellule si separa dalle cellule circondanti ed oramai questo piccolo gruppo isolato di cellule cresce poco alla volta a formare un nuovo individuo che diventa simile all'individuo paterno e tosto o tardi esce fuori da esso. Così, per esempio, nel corpo dei trematodi si sviluppano spesso numerosi corpicini, gemme-germi o *polispore*, che già di buon'ora si separano completamente dal corpo del genitore e lo abbandonano dopo di aver raggiunto un certo grado di sviluppo indipendente.

Si vede che la polisporogonia è poco differente dalla vera gemmazione. D'altra parte però essa si rannoda ad una quarta forma di riproduzione asessuale, cioè alla « formazione di cellule-germi » (*monosporogonia*) spesso anche inesattamente chiamata formazione di spore (*sporogonia*). Qui non è più un gruppo di cellule, ma una singola cellula che si separa nell'interno dell'organismo generatore dalle cellule circondanti, essa poi si sviluppa solo più tardi, dopo di essere uscita fuori del corpo. Dopochè questa *cellula-germe* o *monospora* (per solito chiamata brevemente *spora*) ha abbandonato il corpo del genitore, essa si moltiplica per scissione e forma così un organismo pluricellulare il quale, accrescendosi e perfezionandosi poco alla volta, viene di nuovo ad avere i caratteri ereditari dell'organismo generatore. Ciò accade molto spesso nelle piante inferiori.

Sebbene la monosporogonia sia molto vicina alla polisporogonia essa si distingue tuttavia essenzialmente da essa, come dalle altre forme summentovate di riproduzione asessuale, per ciò che è solo una piccolissima parte dell'organismo generatore quella cui incombe la riproduzione e con ciò anche l'eredità. Nella scissione, dove l'intero

organismo si scinde in due metà, nella gemmazione, dove una parte notevole e già più o meno sviluppata del corpo si separa dall'organismo generatore, noi troviamo cosa molto naturale che le forme ed i fenomeni vitali siano uguali nell'organismo generante e nel generato. È già molto più difficile nella polisporogonia, ed ancor più nella monosporogonia, il concepire come queste parti del corpo così piccole e rudimentali, questi gruppi di cellule o queste singole cellule possano non solo ricevere immediatamente insieme alla loro esistenza indipendente certe proprietà dei genitori, ma anche dopo la loro separazione dell'individuo generatore possano svilupparsi e formare un corpo pluricellulare nel quale rinascano le forme ed i fenomeni vitali dell'organismo primitivo. Quest'ultima forma di generazione monogona, la riproduzione per spore, ci conduce già direttamente alla forma di riproduzione che è più difficile di spiegare, alla generazione sessuale.

La « generazione sessuale o antigona » (*amphigonia*) è il modo di riproduzione più comune in tutti gli animali e vegetali superiori. Certamente nel corso della storia della terra essa si è sviluppata solo tardivamente dalla generazione asessuale e più precisamente dalla monosporogonia. Nei periodi più antichi della storia della vita organica sulla terra tutti gli organismi si riproducevano solo per via asessuale, come fanno ancora presentemente molti organismi inferiori specialmente molti di quegli esseri unicellulari che stanno all'infimo gradino dell'organizzazione, che non si possono con perfetta ragione chiamare nè piante, nè animali, e che perciò è meglio distinguere col nome di esseri primordiali o *protisti* dal regno animale e dal vegetale. Frattanto presso molti protisti la riproduzione per scissione o per spore succede solo dopo una precedente fusione di due cellule individuali. Questa coniugazione o copulazione è il principio della riproduzione sessuale, dalla quale sola dipende normalmente oggidì negli animali e nelle piante superiori la moltiplicazione degli individui.

Mentre in tutte le forme principali sinora citate di riproduzione asessuale, nella scissione, gemmazione, polisporogonia e monosporogonia, le singole cellule od i gruppi di cellule che si sono separati sono in grado di trasformarsi in un nuovo individuo, essi devono invece, nella generazione sessuale, essere dapprima fecondati da un'altra sostanza generativa. Due diverse cellule, la cellula seminale maschile (*sperma*), e la cellula-uovo femmina devono fondersi l'una coll'altra, e della nuova cellula nata da questa copulazione la cellula-stipite (*cytula*), si sviluppa l'organismo pluricellulare. Questi due diversi elementi generativi, lo sperma maschile e l'uovo femminile possono venir prodotti o da un solo ed unico individuo (ermafrodismo) oppure da due diversi individui (separazione dei sessi, gonocorismo).

L'ermafrodismo è la forma inferiore e più semplice di riproduzione sessuale. Essa si trova nella grande maggioranza delle piante, ma solo nella grande minoranza degli animali, per esempio, nelle chiocciole, sanguisughe, lombrichi e molti altri vermi. Ogni singolo individuo come « ermafrodito » (*hermaphroditus*) genera in sè due sorta di prodotti sessuali, uova e sperma. Nella maggior parte delle piante superiori ogni fiore racchiude tanto gli organi maschili (stami ed antere) quanto gli organi femminei (stilo ed ovario). La chiocciola in una parte della sua ghiandola sessuale genera uova, in un'altra sperma. La sanguisuga ha un paio di ovarii e nove paia di ghiandole seminali. Molti ermafroditi possono fecondarsi da sè; in altri è necessario un accoppiamento ed una fecondazione reciproca di due individui perchè le uova possano svilupparsi. Con questa fecondazione incrociata vengono evitati gli svantaggi dell'autofecondazione. Essa forma già il passaggio alla separazione dei sessi od unisessualità.

L'*unisessualità* (separazione dei semi o gonocorismo) è la più perfetta e più complicata delle due sorta di riproduzione sessuale. Essa è generalmente il modo generale di riproduzione degli animali superiori, si trova per contro solo in un piccolo numero di piante (così presso molte piante acquatiche: *Hydrocharis, Vallisneria* e certi alberi: salici, pioppi). Ogni individuo organico come *unisessuale* (*gonochoristus*) genera in se stesso un solo dei due prodotti sessuali, o il femmineo o il mascolino. Gli individui *femminili*, tanto nelle piante come negli animali producono *uova* o cellule-uova. Le uova delle piante vengono generalmente nelle fanerogame chiamate « vescicole embrionali » e nelle crittogame « sfere di fecondazione ». Presso agli animali gli individui maschili secernono il seme fecondante (*sperma*), nelle piante essi secernono dei corpicini corrispondenti allo sperma (granuli di polline nelle fanerogame, nelle crittogame uno sperma che, come quello della più parte degli animali, è composto da cellule ciliate (zoospermi, spermatozoi o cellule spermatiche) che nuotano vivacemente in un liquido).

Un'interessante forma di passaggio dalla generazione sessuale per spore ce l'offre la cosidetta « generazione virginale » (*parthenogenesis*). Questa è stata ripetutamente riconosciuta ai nostri tempi negli insetti sopratutto per le meritevolissime ricerche del Siebold; cellule-germi, che del resto appaiono affatto simili alle solite cellule-uova e che hanno uguale origine, possono svilupparsi in nuovi individui senza bisogno del seme fecondante. Fra tutti i diversi fenomeni partenogenetici i più notevoli e più istruttivi ci sono offerti da quei casi in cui le stesse cellule-germi secondo che vengono fecondate o no generano individui diversi. Nelle nostre comuni api, dalle uova della regina nasce un individuo maschio (un fuco) quando l'uovo non è stato fecondato, una femmina (regina oppure operaia) se l'uovo è stato fecondato. Qui si vede chiaramente che non esiste un abisso fra la riproduzione sessuale e l'asessuale, che piuttosto le due forme sono immediatamente connesse fra loro. Del resto la partenogenesi degli insetti non è un fenomeno originario, primitivo; piuttosto essa è nata posteriormente per lo sparire del sesso maschile; per una causa qualsiasi i maschi sono diventati superflui.

In ogni caso, tanto fra le piante come fra gli animali, la generazione sessuale, che sembra un processo così meraviglioso, è nata solo in tempi più prossimi dalla generazione asessuale. In ambedue i casi l'eredità è una necessaria conseguenza parziale della riproduzione. La fusione di due cellule di ugual natura, la quale in molti protisti prepara (ora come *coniugazione* passeggera, ora come *copulazione* permanente) la generazione asessuale per scissione o per spore, è il primo passo verso l'anfigonia. Il secondo passo è lo sviluppo eterogeneo o divergenza delle due cellule, la loro divisione di lavoro e di forma. La cellula più piccola e più mobile diventa la cellula spermatica maschile, la cellula più grossa e più pigra diventa la cellula-uovo femminile. Entrambe colla loro fusione trasmettono ereditariamente le loro speciali proprietà al prodotto comune. Questa eredità ci diviene concepibile quando noi osserviamo *complessivamente e comparativamente* l'intera catena dei fenomeni di riproduzione sopra descritti.



NONA CONFERENZA

Leggi e teorie dell' eredità.

Differenza dell'eredità nella riproduzione sessuale ed asessuale. — Differenza fra l'eredità conservativa e la progressiva. — Leggi dell'eredità conservativa: eredità di caratteri ereditati. — Eredità continuata. — Alternanza delle generazioni. — Regressione. — Rinselvatichimento. — Eredità sessuale. — Caratteri sessuali secondarii. — Eredità mista od anfigona. — Produzione di bastardi. — Eredità abbreviata o semplificata. — Leggi dell'eredità progressiva: eredità di caratteri acquistati. — Eredità adattata od acquistata. — Eredità costituita. — Eredità omocrona. — Eredità omotopa. — Teorie molecolari dell'eredità. — Pangenesi (Darwin). — Perigenesi (Haeckel). — Idioplasma (Nägeli). — Germiplasma (Weismann). — Pangenesi intracellulare (Vries).

Signori!

Fra i più importanti progressi introdotti in questi ultimi trent'anni dalla moderna teoria dell'evoluzione nella storia naturale generale si deve certamente annoverare la profondità con cui essa ci ha fatto comprendere le due grandi forze formative organiche, l'*eredità* da un lato e dall'altro l'*adattamento*. La loro azione reciproca molteplicemente intricata giunge, colle condizioni continuamente varianti della lotta per la vita, a spiegarci tutta la varietà delle forme organiche. L'antica filosofia naturale, al principio del nostro secolo, aveva bensì già riconosciuta la grande importanza di questa azione reciproca, ma non aveva potuto penetrare più profondamente nel carattere enigmatico delle due « *tendenze formatrici* » che producono le forme. Invece ora che i grandiosi progressi della morfologia e della fisiologia, dell'istologia e della ontogenesi ci permettono di vedere molto più addietro nella loro vera essenza, noi riconosciamo in esse delle vere *funzioni fisiologiche*, cioè *attività vitali generali* degli organismi stessi; e come tutte le altre attività vitali, anche queste due forze formatrici fondamentali riposano, in ultima analisi, in condizioni fisiche e chimiche. Certamente esse appaiono talora estremamente complicate, ma in fondo si possono sempre ricondurre a cause semplici, meccaniche, a *relazioni di attrazione e ripulsione delle particelle materiali, molecole ed atomi.*

Come ho cercato di dimostrare dapprima in modo esteso nella mia *Morfologia generale* (1866), l'*eredità* si può comprendere partendo dai complicati fenomeni della *riproduzione*, mentre i fenomeni dell'*adattamento* si spiegano colle condizioni elementari della nutrizione, specialmente cogli stimoli trofici esercitati da una parte dall'influsso immediato delle condizioni esterne di esistenza, dall'altra parte dall'attività propria degli organi e delle cellule onde questi risultano.

Nell'ultima conferenza ho cercato di dimostrarvi che in tutte le più diverse forme di riproduzione (e perciò anche di eredità) il più importante è sempre lo staccarsi di

una parte dell'organismo generatore e la sua facoltà di giungere ad una esistenza individuale, indipendente. In tutti i casi noi dovremmo d'or innanzi aspettarci che gli individui generati verranno ad avere gli stessi fenomeni vitali, gli stessi caratteri di forma degli individui generatori, poichè essi sono realmente « carne della stessa carne »! È sempre solo una maggiore o minor quantità della materia del generatore, cioè del suo plasma albuminoide, sostanza della cellula, quella che è trasmessa all'individuo generato. Colla materia vengono però anche trasmesse le sue proprietà vitali, i movimenti molecolari del plasma, i quali si estrinsecano poi nella sua forma. Se voi abbracciate insieme la catena sovraesposta di diversi modi di riproduzione e le sue connessioni, allora l'eredità dovuta alla generazione sessuale perde molto di quello enigmatico e meraviglioso che esso ha a primo aspetto per i profani. Dapprima sembra realmente molto meraviglioso che nella riproduzione sessuale dell'uomo, come di tutti gli animali superiori, il piccolo uovo, una minuta cellula spesso invisibile ad occhio nudo, sia in grado di trasmettere al figlio tutte le proprietà dell'individuo materno, nè deve apparire meno enigmatico come nello stesso tempo le proprietà essenziali dell'organismo paterno siano trasmesse al figlio per mezzo dello sperma maschile che ha fecondata la cellula-uovo, per mezzo di una sola di quelle esilissime cellule flagellate o zoospermi che si agitano nella massa mucilaginosa del seme. Basta tuttavia che voi mettiate a raffronto quelle gradazioni concatenate delle diverse sorta di riproduzione in cui l'organismo generato, prodotto da un accrescimento sovrabbondante dell'individuo generatore, si differenzia sempre più da esso ed entra sempre più di buon'ora in una via indipendente, basta che voi consideriate inoltre che anche l'accrescimento ed il perfezionamento di ogni organismo superiore riposa solamente sul moltiplicarsi delle cellule che lo costituiscono, sulla semplice riproduzione per scissione, perchè vi divenga chiaro che tutti questi notevoli processi non sono che anelli di una stessa catena.

La vita di ogni individuo organico non è altro che una serie concatenata di complicatissimi fenomeni materiali di moto. Questi movimenti, noi dobbiamo figurarceli come alterazioni nella posizione e composizione delle molecole, delle più piccole particelle di materia vivente (risultanti da un'intricatissima aggregazione di atomi). La direzione (varia nelle singole specie) di questi movimenti vitali omogenei, immanenti, è determinata su ogni organismo dalla combinazione chimica della materia albuminoide generatrice a cui esso deve la propria origine. Nell'uomo, come negli animali superiori che si riproducono sessualmente, il moto vitale individuale comincia nel momento in cui la cellula-uovo viene fecondata dallo spermatozoide, nel qual momento si mescolano realmente i due prodotti sessuali; da quel punto l'indirizzo dei movimenti vitali viene determinato dalla natura specifica, o meglio individuale, tanto del seme che dell'uovo. Non si può dubitare che la natura di questo processo non sia puramente meccanica, materiale. Ma qui noi rimaniamo allibiti davanti all'infinita complicatezza della struttura molecolare della materia albuminoide. Noi dobbiamo essere stupefatti dal fatto innegabile che la semplice cellula-uovo materna, che il semplice spermatozoide paterno trasmettano così esattamente al figlio i moti vitali molecolari individuali del plasma di entrambi questi individui che in seguito le minime particolarità corporee e mentali di entrambi i genitori, ricompaiano viventi in esso.

Qui noi ci troviamo, davanti ad un fenomeno naturale meccanico di cui il Virchow, il celebre fondatore della *Patologia cellulare* disse ben a ragione: « Se al naturalista piacesse seguire il sistema degli storici e dei predicatori di avvolgere dei fenomeni inauditi e unici nel loro genere nella pompa di vuote ma altisonanti parole, questo

sarebbe davvero il sito; poichè noi siamo arrivati ad uno dei più grandi misteri della natura animale, che comprendono la posizione dell'animale di fronte a tutti gli altri fenomeni della natura. La questione della formazione della cellula, la questione del prodursi di un moto immanente, uniforme, finalmente le questioni dell'indipendenza del sistema nerveo e dell'anima, questi sono i grandi problemi a cui si misura la forza dello spirito umano. Riconoscere i rapporti del maschio e della femmina colla cellula-uovo val quasi tanto come sciogliere quegli enigmi. L'origine e lo sviluppo della cellula-uovo nel corpo materno, la trasmissione ad essa, per mezzo del seme, delle proprietà corporee e mentali del padre toccano tutte le questioni che lo spirito umano siasi mai proposto sulla natura dell'uomo ». E, aggiungiamo noi, esse sciolgono questi quesiti superiori per mezzo della teoria della discendenza in senso meccanico, cioè prettamente monistico.

Che dunque anche nella riproduzione sessuale dell'uomo e di tutti gli organismi superiori l'eredità, processo puramente meccanico, dipenda immediatamente dal nesso materiale fra l'organismo generante ed il generato precisamente come nella più semplice riproduzione asessuale degli organismi inferiori, su ciò, dico, non vi può essere alcun dubbio. Tuttavia in quest'occasione voglio farvi notare subito una importante differenza presentataci della eredità nella generazione sessuale e nella asessuale. Da gran tempo è noto il fatto che le proprietà individuali dell'organismo generante vengono trasmesse all'individuo generato molto più esattamente per mezzo della generazione asessuale che per mezzo della generazione sessuale. I giardinieri da lungo tempo utilizzano variamente questo fatto. Quando, per esempio, da una specie di albero con rami rigidi, eretti nasce accidentalmente un individuo con rami pendenti, per solito il giardiniere non può riprodurre questa particolarità per mezzo della generazione sessuale, ma solo coll'asessuale. I rami recisi da un simile albero piangente piantati come piantoni formano poi degli alberi che hanno ugualmente rami penduli come, per esempio, il salice piangente, il faggio piangente, ecc. Per contro le piante che si ottengono dai semi di un simile albero piangente presentano di nuovo generalmente la ramificazione rigida, eretta del progenitore primitivo. La stessa cosa ci si presenta in modo molto spiccato nei così detti « alberi sanguigni », che sono razze di alberi che si distinguono per una colorazione rossa-bruna delle foglie. Discendenti di tali alberi sanguigni, per esempio, faggi sanguigni ottenuti per via asessuale con margotti o piantoni, mostrano il colore e la natura caratteristica delle foglie che distinguono l'individuo generatore, mentre altri individui cresciuti dai semi ritornano alla colorazione verde.

Questa differenza nell'eredità vi parrà molto naturale se pensate che l'unione materiale fra gli individui generanti ed i generati è molto più intima e di molto maggior durata nella generazione asessuale che nella sessuale. L'indirizzo individuale del moto molecolare vitale nella generazione asessuale si può dunque fissare nell'organismo generato con un processo molto più largo e più intimo ed ereditarsi molto più esattamente. Tutti questi fenomeni osservati nel loro complesso dimostrano chiaramente che l'eredità dei caratteri corporei e mentali è un fenomeno puramente materiale, meccanico. Per mezzo della riproduzione una maggiore o minor quantità di particelle albuminoidi viene trasmessa dall'organismo generatore al generato, e con essa anche la forma individuale di moto inerente a queste molecole plasmatiche. Mantenendosi costante questa forma di moto, anche le minime particolarità dell'organismo generatore devono tosto o tardi ricomparire nel figlio.

Il còmpito più importante della fisiologia dell'eredità sarebbe ora di addentrarsi più profondamente nel riconoscimento di questi moti molecolari e scrutare più esattamente e, se è possibile, sperimentalmente i processi fisico-chimici inerenti ad essi. Frattanto questo còmpito è così straordinariamente difficile che non una delle teorie molecolari dell'eredità che finora si sono emesse appare soddisfacente. Prima di rivolgerci ad esse appare utile di gettare dapprima ancora uno sguardo sui diversi modi in cui si manifesta l'eredità, e quali si possono forse già sin d'ora stabilire come « *leggi dell'eredità* ». Disgraziatamente su questo soggetto così straordinariamente importante tanto nella zoologia quanto nella botanica si è fatto sinora ben poco, e sopratutto i veri fisiologi non se ne sono quasi affatto occupati. Quasi tutto ciò che si sa delle diverse leggi dell'eredità riposa sull'esperienza degli agricoltori e dei giardinieri. Perciò non è da stupire che in complesso questi fenomeni estremamente interessanti ed importanti non siano stati studiati con tutto il rigore scientifico desiderabile e non siano stati esposti in forma di leggi fisiologiche. Ciò che vi comunicherò dunque riguardo alle diverse leggi dell'eredità sono solo singoli frammenti preliminari cavati fuori dal tesoro infinitamente ricco che sta aperto alle nostre ricerche.

Noi possiamo dapprima dividere tutti i diversi fenomeni dell'eredità in due gruppi distinguendo l'eredità di caratteri *ereditati* e l'eredità di caratteri *acquisiti;* chiameremo la prima eredità *conservativa*, la seconda eredità *progressiva*. Questa distinzione riposa sul fatto importantissimo che gli individui d'ognuna specie di animali e di piante non solo possono trasmettere ai loro discendenti quelle proprietà che essi stessi hanno ereditate dai loro progenitori, ma anche i caratteri individuali che essi stessi hanno acquisito durante la loro vita. Questi ultimi vengono trasmessi dall'eredità progressiva, i primi dalla ereditaria. Noi dobbiamo ora studiare dapprima i *fenomeni dell'eredità conservativa*, cioè dell'eredità di quei caratteri che l'organismo in questione ha ereditato dai suoi genitori od antenati.

Fra i fenomeni dell'eredità conservativa ci si presenta dapprima come la più generale, quella *legge* che noi possiamo chiamare *della eredità continuata*. Essa è così generale negli animali e nelle piante superiori che i profani ne esagerano il valore e la considerano come l'unica legge valida. Questa legge esprime semplicemente il fatto che nella maggior parte della specie di animali e piante ogni generazione è in complesso simile all'altra, che i padri sono simili tanto agli avi come ai figli. Si dice generalmente: « l'uguale produce l'uguale », ma più esattamente « il simile produce il simile ». Poichè infatti i discendenti di ogni organismo non sono mai assolutamente simili ad esso pezzo per pezzo, ma solo simili ad esso in maggiore o minor grado. Questa legge è così generalmente conosciuta che io non ho d'uopo di citare alcun esempio.

Sta in certo modo in opposizione con essa la *legge della eredità interrotta o latente* che si potrebbe anche chiamare eredità alternante. Questa legge importante si trova soprattutto in vigore in molti animali e piante inferiori, e si manifesta, contrariamente alla prima, col fatto che i figli non sono uguali ai genitori, ma invece molto diversi da essi ritornando solo la terza generazione, od anche una più lontana, ad esser simile alla prima. I nipoti sono uguali agli avi ma affatto dissimili dai padri. Come si sa, questo notevole fenomeno appare molto frequentemente, sebbene in minor grado, anche nelle famiglie umane. Ognuno di voi conoscerà senza dubbio delle persone le quali in questa o quella particolarità rassomigliano di più all'avo o all'ava che non al padre o alla madre. Vengono in tal modo ereditate saltuariamente ora delle

proprietà corporee, per esempio, tratti del viso, colore dei capelli, statura, ora particolarità spirituali, per esempio temperamento, energia, intelligenza. Voi potete osservare questo fatto negli animali domestici tanto come nell'uomo. Negli animali domestici più variabili, per esempio nel cane, nel cavallo, nel bue, gli allevatori osservano molto spesso che il prodotto è più simile all'organismo del progenitore che del genitore. Se volete esprimere questa legge in modo generale e designare la serie delle generazioni colle lettere dell'alfabeto, avreste: A = C = E, poi B = D = F e così via.

Molto più che negli animali superiori ci colpisce questo notevole fatto negli animali e piante inferiori dove abbiamo il celebre fenomeno della *generazione alternante* (*metagenesis*). Molto sovente noi troviamo qui, per esempio fra i platelminti, tunicati, zoofiti e poi fra le crittogame (felci e muschi), che l'individuo organico riproducendosi genera dapprima una forma interamente diversa da esso, e solo i discendenti di questa generazione riescono di nuovo simili alla prima. Questa alternanza regolare delle generazioni fu scoperta nel 1819 dal poeta Chamisso, durante il suo giro del mondo, nelle salpe, tunicati cilindrici e trasparenti come vetro, i quali nuotano alla superficie del mare. Qui la generazione maggiore, la quale fa vita solitaria e possiede un occhio a ferro di cavallo, produce per via asessuale (per gemmazione) una seconda generazione più piccola, interamente diversa. Gli individui di questa seconda generazione più piccola vivono in catene e posseggono un occhio conico. Ogni individuo d'ogni simile catena genera di nuovo per via sessuale (ermafroditica) un individuo asessuato solitario della prima generazione maggiore. Qui dunque, nelle salpe, la prima, terza, quinta generazione sono sempre uguali fra di loro, e così pure la seconda, la quarta, la sesta. Ora non è sempre una sola generazione quella che viene così saltata, in altri casi lo sono anche molte, cosicchè dunque la prima generazione è uguale alla quarta e settima ecc., e la seconda alla quinta e ottava e così via. Tre diverse generazioni si alternano per tal modo, per esempio negli eleganti *Doliolum*, piccoli tunicati che sono molto affini alle salpe. Qui è A = D = G, poi B = E = H e C = F = I. Negli afidi ad ogni simile generazione sessuata segue una serie di otto sino a dieci o dodici generazioni sessuate uguali fra di loro e diverse dalla generazione sessuata. Solo allora appare alfine una nuova generazione sessuata la quale è uguale a quella che da lungo tempo era scomparsa.

Se voi scrutate più oltre questa notevole legge della eredità latente od interrotta ed abbracciate col pensiero tutti i fenomeni che vi appartengono, allora potete anche comprendervi i noti fenomeni dell'*atavismo*. Sotto il nome di atavismo si comprende il curioso fatto, noto a tutti gli allevatori, che talora alcuni animali presentano una forma la quale non si vedeva più già da molte generazioni e che appartiene ad una generazione da lungo scomparsa. Uno degli esempi più notevoli a tale riguardo è il fatto che in taluni cavalli appaiono talvolta delle striscie scure affatto caratteristiche simili a quelle della zebra, del quagga e di altre razze africane di cavalli. Cavalli domestici delle razze più disparate e di qualsiasi colore presentano talora tali striscie scure, per esempio una striscia longitudinale del dorso, strie trasversali alle scapole ed alle gambe, ecc. L'apparire subitaneo di tali fascie si può solo spiegare come un effetto dell'eredità latente, come un ritorno alla forma archetipa comune, da lungo tempo estinta, di tutte le specie di cavalli, la quale senza dubbio come le zebre, i quagga, ecc. era striata. Così pure anche in altri animali domestici ricompaiono spesso all'improvviso certi caratteri che segnalavano i loro selvaggi antenati da gran tempo estinti, l'atavismo si osserva molto spesso anche nelle piante. Voi tutti conoscete certamente

la comune bocca di leone gialla (*Linaria vulgaris*), pianta molto comune nei campi e presso le strade. Il suo fiore giallo a forma di fauce contiene due stami lunghi e due brevi. Talora però appare un singolo fiore (*peloria*) che è imbutiforme e composto affatto regolarmente da cinque singoli pezzi con cinque stami uguali. Noi possiamo solo comprendere questa peloria come un ritorno alla forma primitiva comune da gran tempo estinta di tutte quelle piante che come la bocca di leone hanno un fiore fauciforme, bilabiato con due stami lunghi e due brevi. Quella forma primitiva possedeva come la peloria un fiore regolare con cinque divisioni e cinque stami uguali che solo più tardi divennero poco alla volta disuguali (Cfr. sopra pag. 20, 21). Tutti questi casi di atavismo si devono riferire alla legge della eredità interrotta o latente, sebbene il numero delle generazioni che vengono saltate possa essere enormemente grande.

Quando le piante coltivate o gli animali domestici rinselvatichiscono, quando essi sono sottratti all'influenza della coltura, essi subiscono modificazioni che non appaiono solo come un adattamento alle nuove condizioni di vita, ma anche in parte come un ritorno alla forma comune antichissima da cui la coltura li ha ricavati. Così per mezzo di un rinselvatichimento studiato le diverse sorta di cavoli, le quali sono di forma diversissima, si possono ricondurre poco alla volta alla forma comune primitiva. Così pure i cani, i cavalli, buoi, ecc., rinselvatichiti ritornano spesso più o meno alla forma di una generazione estinta da molto tempo. Può passare una serie straordinariamente lunga di generazioni prima che scompaia questa ereditarietà latente.

Possiamo considerare come una terza legge d'eredità conservativa la *legge della eredità sessuale* per la quale ciascun sesso trasmette ai suoi discendenti del medesimo sesso certi caratteri che non sono trasmessi da lui ai suoi discendenti dell'altro sesso. I cosidetti « caratteri sessuali secondarii » che per molti rapporti hanno straordinario interesse offrono dappertutto numerosi esempi di questa regola. Si chiamano caratteri sessuali secondarii quelle particolarità di uno dei due sessi che non hanno immediata connessione cogli organi sessuali. Simili caratteri, proprii solo del sesso maschile, sono per esempio le corna del cervo, la criniera del leone, lo sprone del gallo. Ad essi appartiene pure la barba dell'uomo, ornamento che per solito è negato al sesso femminile. Simili caratteri, proprii unicamente del sesso femminile sono per esempio le mammelle sviluppate colle ghiandole del latte delle femmine dei mammiferi, la borsa dei marsupiali femmine, ecc. Anche la mole del corpo e la colorazione della pelle è diversa nelle femmine di molte specie di animali. Tutti questi caratteri sessuali secondarii, tanto come i veri organi sessuali, vengono trasmessi dall'organismo maschile solo ai maschi, non alle femmine, e viceversa. I fatti opposti sono eccezioni alla regola.

Una quarta legge d'eredità qui spettante, sta, in certo modo, in contraddizione coll'ultima che abbiamo mentovato e la limita, cioè la *legge della eredità mista o bilaterale* (*anfigona*). Questa legge significa che ogni individuo organico prodotto per via sessuale riceve dei caratteri da entrambi i genitori, tanto dal padre che dalla madre. Questo fatto della trasmissione di caratteri personali da parte di entrambi i sessi su tutti i discendenti tanto maschi che femmine è molto importante. Il Goethe la esprime egli stesso in questi bei versi:

Vom Vater hab'ich die Statur, des Lebens ernstes Führen,
Vom Mütterchen die Frohnatur und Lust zu fabuliren.[1]

[1] Dal padre ebbi l'alta statura e la seria condotta di vita — dalla mamma la gaiezza naturale e la fantasia.

Questo fenomeno dev'essere così noto a tutti voi che non ho bisogno di trattenermi più oltre su di esso. Dalla diversa proporzione con cui il padre e la madre trasmettono il loro carattere ai figli dipendono soprattutto le differenze individuali fra i fratelli. Inoltre, come è noto, noi troviamo spesso un'eredità incrociata dei due sessi cosicchè il figlio rassomiglia alla madre, la figlia invece al padre. Questa maggiore rassomiglianza col genitore dell'altro sesso si mostra spesso in modo appariscente non solo nella forma esterna del corpo e specialmente nella fisionomia, ma anche nei più delicati tratti del carattere psichico e perciò della struttura molecolare del cervello.

Il Weismann ha ultimamente data un'importanza straordinaria alla generazione anfigona, considerandola negli organismi policellulari (metazoi e metafiti) come la causa generale della variabilità individuale. Questo concetto unilaterale è connesso colla teoria della continuità del plasma-germinale propria del Weismann il quale dà ad essa un soverchio valore; in seguito a ciò egli nega affatto l'eredità di caratteri acquisiti (vedi più oltre a pag. 120).

A questa legge della eredità anfigona o mista si riferisce anche il fenomeno interessante ed importantissimo della produzione di bastardi od *ibridismo*. Questo fenomeno, rettamente apprezzato, basterebbe perfettamente da solo a confutare il dogma dominante della fissità della specie. Piante od animali appartenenti a due specie affatto diverse si possono congiungere sessualmente fra di loro e produrre una discendenza che in molti casi può ancora riprodursi, il che avviene (ed è il caso più frequente) coll'unione con una delle due forme progenitrici, oppure (più raramente) coll'unione dei bastardi fra se stessi. Quest'ultimo fatto è stabilito per esempio per gli ibridi di lepri e conigli (*Lepus Darwinii*, pag. 81). A tutti sono noti i bastardi fra cavallo e asino, due specie affatto diverse dello stesso genere (*Equus*). Questi bastardi sono diversi secondo che il padre o la madre appartengono all'una o all'altra specie, al cavallo o all'asino. Il *mulo* (*Mulus*) il quale è generato da un cavallo ed un'asina ha caratteri affatto differenti dal *bardotto* (*Hinnus*), bastardo di un asino e di una cavalla. In ogni caso il bastardo o ibrido, prodotto dall'incrociamento di due diverse specie, è una forma mista la quale ha preso dei caratteri da entrambi i genitori; ma i caratteri dei bastardi sono affatto diversi secondo la forma dell'incrociamento. Così anche i mulatti, che son prodotti da un europeo ed una negra, mostrano un'altra miscela di caratteri che quei meticci i quali provengono dall'unione di un negro con un'europea. Per questi fenomeni dell'ibridismo (come per le altre leggi di eredità prima esposte) noi non siamo in grado di trovare le singole cause efficienti. Ma nessun naturalista dubita che queste cause non siano puramente meccaniche, fondate sulla natura stessa della materia organica. Se noi avessimo dei mezzi di ricerca più delicati che i nostri grossolani organi di senso coi loro insufficienti ausiliarii, noi riconosceremmo quelle cause e le potremmo ricondurre alle proprietà fisiche e chimiche della materia plasmatica, alla intricata struttura molecolare.

Come quinta legge noi dobbiamo ora fra i fenomeni dell'eredità conservativa citare ancora la *legge della eredità abbreviata o semplificata*. Questa legge è molto importante per la storia dell'embrione od ontogenesi, cioè per la storia dello sviluppo degli individui organici. Come già nella prima conferenza (pag. 17-18) ho ricordato, e come dovrò spiegare più ampiamente in seguito, l'*ontogenesi* o storia dello sviluppo dell'individuo non è altro che una breve e rapida ripetizione della *filogenesi*, cioè della storia dello sviluppo paleontologico dell'intera stirpe o *philum*, cui appartiene l'organismo, ripetizione subordinata alle leggi dell'eredità e dell'adattamento. Se voi, per

esempio, seguite lo sviluppo individuale dell'uomo, della scimmia o di qualunque altro mammifero superiore nel seno materno dall'uovo in poi, trovate che l'embrione che nasce nell'uovo passa per una serie di forme molto diverse la quale in complesso corrisponde od almeno è parallela colla serie di forme presentateci dalla catena storica degli antenati dei mammiferi superiori. A questi antenati appartengono certi pesci, anfibii, marsupiali, ecc. Ma il parallelismo o la corrispondenza di queste due serie evolutive non sono mai perfetti. Vi sono invece sempre nell'ontogenesi delle lacune e dei salti che corrispondono al mancare di alcuni stadii della filogenesi. Come Fritz Müller nel suo notevole scritto *Für Darwin* (16) ha spiegato ottimamente coll'esempio dei crostacei, « il documento storico contenuto nella storia dello sviluppo individuale diventa sempre più obliterato, tendendo sempre lo sviluppo a prendere una via diretta dall'uovo all'animale perfetto ». Quest'obliterazione od accorciamento dipende dalla legge dell'eredità abbreviata: esso ha una grande importanza per chi voglia comprendere l'embriologia e spiega il fatto importante che non tutte le forme di sviluppo per cui sono passati gli antenati della nostra stirpe sono ancora visibili nella serie di forme del nostro proprio sviluppo individuale.

Alle leggi sin qui esposte dell'eredità conservativa si contrappongono le leggi dell'eredità appartenenti alla seconda serie, le leggi della *eredità progressiva*. Esse riposano, come si è detto, su ciò che l'organismo non trasmette solo ai suoi discendenti quelle proprietà che egli ha già ereditato dai suoi antenati, ma anche una quantità di quelle particolarità individuali che egli stesso ha acquistate durante la sua vita. L'adattamento si collega già qui coll'eredità ed agisce insieme ad essa.

L'importanza fondamentale posseduta dall'*eredità di caratteri acquisiti* per la teoria della discendenza è già stata riconosciuta sin dal principio di questo secolo dal Lamarck e dal nonno del Darwin, Erasmo. Tanto i nuovi caratteri i quali si producono nell'organismo per influsso delle condizioni esterne di esistenza, quanto quelli che devono la loro origine alle sue proprie attività vitali (uso e non uso degli organi) possono essere trasmessi per eredità ai discendenti e con ciò alterare più o meno la forma primitiva. Veramente alcuni autori recenti hanno dato pochissimo peso a questo significantissimo fenomeno, ed ultimamente Augusto Weismann l'ha anzi negato interamente. Egli afferma che « finora non c'è ancora alcun fatto che dimostri realmente che delle proprietà acquisite possano essere trasmesse », e che « possono essere trasmessi alle generazioni seguenti solo quei caratteri i cui rudimenti erano già contenuti nell'embrione ». Il Weismann chiede prove nuove e convincenti per l'eredità degli adattamenti, e dimentica con ciò che simili prove mancano completamente alla sua propria opposta ipotesi e che anzi sono impossibili a darsi nel modo che egli desidera.

Secondo la mia convinzione, come secondo quella di molti altri trasformisti, la diretta trasmissione di nuovi adattamenti, nel senso di Lamarck, ha invece la massima importanza, e migliaia di prove in suo favore ci son fornite dall'anatomia comparata ed ontogenesi, dalla fisiologia e patologia. Non ammettendola, migliaia di speciali disposizioni rimangono affatto inconcepibili: così, per esempio, l'adattamento funzionale e mimetico, gl'istinti (abitudini ereditarie), ecc. Riguardo all'eredità di modificazioni patologiche sono soprattutto notevoli le ragioni che contro Weismann fa valere il Virchow.

Fra gli importanti fenomeni dell'eredità progressiva noi possiamo mettere in prima linea la *legge* più generale, cioè quella *della eredità adattata o acquisita*. Essa non dice altro se non quello che ho espresso finora, cioè che in determinate

circostanze l'organismo può trasmettere ai suoi discendenti delle proprietà che egli stesso ha acquistate durante la sua vita. Naturalmente questo fenomeno si vede il più chiaramente quando il nuovo carattere acquistato modifica notevolmente la forma ereditata. Era questo il caso negli esempi citati nella precedente conferenza degli uomini con sei dita, degli uomini-istrice, dei faggi rossi, salici piangenti, ecc. Anche l'eredità di malattie acquisite, per esempio, della tisi, della pazzia, fa chiaramente testimonianza di questa eredità, così pure l'eredità dell'albinismo. Si chiamano albini quegli individui che mancano di pigmenti nella pelle. Essi son molto sparsi negli uomini, negli animali e nelle piante. Non è raro il caso che fra certi animali che hanno un determinato colore oscuro nascano singoli individui che manchino interamente di colore, e negli animali muniti di occhi questa mancanza di pigmento si estende anche agli occhi stessi, cosicchè l'iride, che generalmente ha un colore vivo o scuro, è invece incolora ed appare rossa pel trasparire dei vasi sanguigni. Per molti animali, per esempio, conigli, topi, ecc., tali albini con pelo bianco ed occhi rossi son così ricercati che li si riproduce come razza speciale su vasta scala. Ciò non sarebbe possibile senza la legge dell'eredità adattata.

Quali fra le variazioni acquistate da un organismo siano trasmissibili ai discendenti e quali no, non si può fin d'ora determinare e disgraziatamente non ci son note le condizioni da cui dipende l'eredità. Noi sappiamo solo in generale che certe proprietà acquisite sono molto più facilmente trasmissibili di quel che non lo siano certe altre, di quel che non lo siano, per esempio, le mutilazioni originate da una ferita. Queste ultime generalmente non sono trasmesse ereditariamente, altrimenti i discendenti di un uomo che abbia perdute le sue braccia o le sue gambe nascerebbero già privi delle braccia o delle gambe corrispondenti. Anche qui però ci sono delle eccezioni e si è potuto, per esempio, allevare una razza ecaudata di cani recidendo per più generazioni di seguito la coda ad ambi i sessi. Alcuni anni fa accadde qui nelle vicinanze di Jena che accidentalmente abbassando senza precauzione la porta della stalla sia stata schiacciata e portata via alla radice la coda di un toro da razza ed i vitelli prodotti da questo toro nacquero tutti senza coda. Ultimamente sono state comunicate da cinque osservatori differenti delle osservazioni constatanti questo stesso fenomeno nei cani, gatti e topi. Certamente però sembra trattarsi di rare eccezioni. È però molto importante stabilire il fatto che date certe ignote condizioni possano essere talora trasmesse ereditariamente, nello stesso modo che lo sono molte malattie, anche delle notevoli modificazioni.

In moltissimi casi la modificazione che viene trasmessa e conservata dall'eredità adattata è innata; tale è il caso del già citato albinismo. Allora la modificazione riposa su quella forma di adattamento che noi chiamiamo indiretto o potenziale. Un esempio molto notevole a tal riguardo ce lo dà il bestiame senza corna del Paraguay nell'America del Sud. Colà viene allevata una razza speciale di bovine che manca completamente di corna. Essa proviene tutta da un unico toro che era stato generato nell'anno 1770 da una coppia normalmente cornuta e presso il quale qualche causa ignota aveva occasionata la mancanza di corna. Tutti i discendenti generati da questo toro accoppiato con una vacca cornuta mancarono interamente di corna. Questa particolarità fu trovata utile, e moltiplicando fra di loro i vitelli senza corna si ottenne una razza priva di corna la quale presentemente nel Paraguay ha quasi interamente sostituito la razza cornuta. Un simile esempio ce lo danno le pecore-lontre dell'America del Nord. Nell'anno 1791 viveva nel Massachusetts un agricoltore chiamato Set

Wright. Nel suo gregge di pecore normalmente conformato nacque una volta un montone che aveva un corpo notevolmente lungo e delle zampe brevissime e ricurve. Esso non poteva perciò spiccare grandi salti e soprattutto non poteva saltare al di là delle chiudende nei campi dei vicini, particolarità che sembrò molto vantaggiosa al proprietario essendo il suo territorio limitato da siepi. Egli venne dunque nel pensiero di trasmettere questa proprietà ai discendenti, ed infatti, incrociando questo montone con pecore conformate normalmente, egli ottenne un'intera razza di pecore che avevano tutti i caratteri del padre, brevi e curve zampe e corpo allungato. Nessuna di esse era in grado di saltare le siepi e perciò furono allora molto apprezzate e sparse nel Massachusetts.

Una seconda legge, la quale appartiene parimente alla serie dell'eredità progressiva, può venir chiamata la *legge dell'eredità costituita o fissata*. Secondo questa legge le proprietà acquistate da un organismo durante la sua vita individuale vengono tanto più sicuramente trasmesse ai suoi discendenti, quanto più lungo è il tempo durante il quale agirono le cause di quella modificazione, e questa variazione si trasmette pure tanto più sicuramente a tutte le generazioni seguenti quanto più lungo è il tempo per cui anche su queste agisce la causa modificatrice. Il nuovo carattere acquistato per adattamento o per variazione deve secondo la regola essere fissato o costituito sino ad un certo grado prima che si possa contare con qualche sicurezza nella sua trasmissione ai discendenti. Sotto questo rispetto l'eredità si comporta come l'adattamento. Quanto più lungo è il tempo durante il quale il nuovo carattere acquistato si è già trasmesso per eredità, tanto più noi siamo sicuri che esso si manterrà anche nelle venture generazioni. Se dunque, per esempio, un giardiniere ha allevato, per mezzo di un trattamento metodico, una nuova sorta di pomi, egli può tanto più sicuramente contare sul mantenimento del carattere desiderato di questa sorta, quanto più lungo è il tempo durante il quale esso è già stato ereditato. Lo stesso vedesi chiaramente nell'eredità di malattie. Quanto più a lungo in una famiglia è stata ereditaria la tisi o la pazzia, tanto più è radicato il male, tanto più verosimilmente ne saranno colpite anche le seguenti generazioni.

Finalmente noi possiamo chiudere le nostre considerazioni sui fenomeni dell'ereditarietà colle leggi straordinariamente importanti dell'eredità omotopa ed omocrona. Noi intendiamo con ciò il fatto che le modificazioni acquistate da un organismo durante la sua vita e da questo trasmesse ai suoi discendenti appaiono in questi agli stessi siti del corpo in cui esse si incontrano primieramente sul corpo dell'organismo generatore e che esse nei discendenti appaiono alla stessa età che nel primo.

La legge dell'eredità omocrona (manifestantesi alla stessa età), che il Darwin chiama legge dell'« eredità in età corrispondente », si può anch'essa vedere molto nettamente nell'eredità di malattie, soprattutto di quelle che per la loro ereditarietà sono molto funeste. Queste per regola appaiono all'organismo dei figli in un tempo che corrisponde a quello in cui l'organismo paterno venne affetto dalla malattia. Le malattie ereditarie dei polmoni, del fegato, dei denti, del cervello, della pelle, ecc. appaiono ordinariamente nei discendenti al tempo stesso, o poco prima, che esse apparvero o furono ereditati dall'organismo paterno. Il vitello acquista le sue corna alla stessa età in cui esse apparvero nel suo genitore. Così pure il giovane cerbiatto acquista i suoi palchi nello stesso periodo della vita in cui essi erano spuntati nel padre e nell'avo. In ciascuna delle diverse razze di viti i grappoli maturano allo stesso tempo che nei loro progenitori. È noto che l'epoca della maturazione è molto

diversa nelle diverse sorta, essendo però tutte nate da una stessa specie questa diversità è stata prima acquisita dalle forme stipiti delle singole sorta e si è poi trasmessa ereditariamente.

La legge dell'eredità omotopa (nello stesso sito), che sta in istretta connessione colla precedente, e che si potrebbe anche chiamare « la legge dell'eredità in siti corrispondenti del corpo », è di nuovo molto facilmente verificabile nei casi di eredità patologica. Le così dette voglie materne, o accumulazioni di pigmento in certe parti del corpo, così pure le escrescenze cutanee appaiono spesso per varie generazioni non solo nella stessa età ma ancora allo stesso sito della pelle. Così pure è ereditario un sovrabbondante sviluppo adiposo in certi siti del corpo. Propriamente però per questa legge esempi innumerevoli si ritrovano dappertutto nell'embriologia, *tanto la legge dell'eredità omotopa come quella dell'eredità omocrona sono leggi fondamentali della embriologia od ontogenesi.* Infatti con questa legge noi ci spieghiamo il fatto notevole che le diverse condizioni di forma durante l'evoluzione individuale si susseguono sempre nello stesso ordine seriale in tutte le generazioni di una stessa specie, e che le modificazioni del corpo seguono sempre allo stesso sito. Questo fenomeno apparentemente semplice e naturale è tuttavia al tutto meraviglioso e degno di nota; noi non possiamo spiegarcene le ragioni prossime, ma affermiamo con sicurezza che esse riposano sull'immediata trasmissione della materia organica dall'organismo generatore al generato, come noi abbiamo visto antecedentemente nello spiegare il processo generale dell'eredità coi fatti della riproduzione.

Le diverse leggi della eredità conservativa e progressiva che io ho già stabilito dapprima nel capitolo XIX della mia *Morfologia generale* e che ho poc'anzi brevemente ricordate reagiscono molteplicemente l'una sull'altra e da ciò nasce la loro straordinaria importanza pel trasformismo, ma nello stesso tempo anche la grande difficoltà che oppongono a chi voglia teoricamente penetrare più addentro nell'essenza di questi processi fisiologici. Invero cominciando dal Darwin si son fatti a diverse riprese varii tentativi per cercar di spiegarli con ipotesi molecolari, ma nessuna di tali « teorie dell'eredità » ha dissipata in modo soddisfacente l'oscurità che li avvolge e nessuna è stata generalmente accettata.

Se noi infine diamo uno sguardo a queste « teorie dell'eredità » di cui si è tanto parlato ultimamente, noi dobbiamo anzitutto avere a mente che esse tutte non hanno che il valore di *ipotesi molecolari provvisorie*, esse non possono essere fondate *morfologicamente* su osservazioni microscopiche ed anatomiche, nè *fisiologicamente* con esperienze fisiche o chimiche. Il *plasma* o materia albuminoide delle cellule, dal quale solo dipende l'eredità (tanto il *carioplasma* del nucleo, quanto il *protoplasma* del corpo della cellula) possiede in ogni caso una minuta *struttura molecolare* complicatissima, cioè a dire che le minutissime particelle che compongono il plasma sono ordinate a gruppi secondo leggi intricatissime. Ma sventuratamente i nostri strumenti di microscopia son di gran lunga troppo deboli per permetterci di scorgere in qualche modo tale ordinamento; così pure la fisica e la chimica non sono finora state capaci di formarsi un concetto fisiologico soddisfacente della composizione e struttura molecolare del plasma. Tutte le teorie che si son stabilite a tale riguardo riposano su congetture e, strettamente parlando, non sono che *speculazioni metafisiche*. Esse sono, nell'ordine cronologico delle loro apparizione, la teoria della pangenesi (Darwin 1868), la teoria della perigenesi (Haeckel 1876), la teoria dell'idioplasma (Nägeli 1884), la teoria del germiplasma (Weismann 1885), la teoria della pangenesi intracellulare (Vries 1889).

I. *La teoria della pangenesi* venne stabilita nel 1868 dal Darwin nella sua voluminosa opera *Sulla variazione degli animali e delle piante allo stato domestico*, ed elaborata ulteriormente nel 1875 nella seconda edizione di quell'opera (nel capitolo 27°). Il Darwin ritiene che tutte le cellule dell'organismo (come unità vitali) non solo si moltiplicano per scissione e si differenziano, ma anche emettono minimi granuli che si spargono in tutte le parti del corpo; questi granuli oltremodo minimi egli li chiama *gemmule;* essi si adunano negli elementi sessuali, e nelle prossime generazioni costituiscono nuovi esseri, ma possono anche essere trasmessi alle generazioni venture in istato latente per esser sviluppati solo più tardi. Inoltre ogni cellula può emettere granuli durante tutta la durata della sua evoluzione, e questi granuli nello stato latente posseggono un'affinità reciproca che è causa del loro accumularsi negli elementi sessuali.

Questa « *ipotesi provvisoria* » della pangenesi, come il Darwin stesso l'aveva cautamente chiamata, mi sembra fra le numerose e grandiose teorie del gran maestro essere la più debole e più infondata. Io l'ho ritenuta fin dal principio per erronea, e nello scritto che ricorderò fra breve sulla perigenesi (pag. 32-72) ho sviluppate estesamente le ragioni che mi impedivano di accettarla. Essa mi sembra incompatibile coi fatti fondamentali dell'istologia e dell'ontogenesi; tanto il formarsi dei tessuti dalle cellule, come l'originarsi delle cellule libere dai foglietti germinativi ed il loro svilupparsi della cellula-uovo fecondata mi sembrano in irreconciliabile contraddizione colla ipotesi della pangenesi; logicamente svolta essa conduce alla teoria della preformazione di Haller ed altri. Lo stesso si dica della modificazione di quella teoria che è stata data da W. K. Brooks nel 1883 nella sua opera *Sulla legge dell'eredità*. La sua pangenesi si distingue essenzialmente da quella del Darwin solo nel fatto che egli ammette che le cellule non emettano continuamente i granuli ma lo facciano solo quando esse si trovino in condizioni nuove, diverse dalle abituali. Inoltre la cellula seminale maschile sarebbe più ripiena di gemmule che la cellula-uovo femminea; perciò la prima rappresenterebbe piuttosto nella riproduzione l'elemento progressivo dell'eredità, la seconda invece il conservativo.

II. *La teoria della perigenesi* venne da me fondata nel 1876 in uno scritto sulla *Ondulazione delle particelle vitali o la perigenesi dei plastiduli* e presentata come un *saggio provvisorio di una spiegazione meccanica dei processi evolutivi elementari* e specialmente della eredità (nel 2° fascicolo della mia *Raccolta delle conferenze popolari*, Bonn, 1879, pag. 25-80). La teoria della perigenesi cerca di spiegare l'essenza dell'eredità per mezzo di un semplice principio meccanico, soprattutto col noto principio della *trasmissione del movimento*. Io ammetto che in ogni processo di riproduzione non solo viene trasmessa la speciale composizione chimica del plasson o plasma dal generante al generato, ma che anche venga trasmessa la forma speciale di moto molecolare che è inerente alla sua natura fisico-chimica. D'accordo coi dati fondamentali della moderna istologia ed istogenesi, io ammetto che solo in quel plasma (sia esso il carioplasma nucleare od il citoplasma del corpo della cellula) risiede originariamente ogni attiva funzione vitale e perciò anche l'eredità e la riproduzione. Questo plasma o plasson in tutti i plastidii (tanto nei citodi privi di nucleo quanto nelle vere cellule nucleate) è composto di *plastiduli* o molecole di plasma e queste « verosimilmente sono sempre circondate da veli acquei; dal maggiore o minor spessore di questi veli acquei che nello stesso tempo dividono e collegano i plastiduli vicini dipende lo stato più molle o più consistente del plasson inturgidito » (pag. 48 ed

altrove). « L'eredità è la trasmissione del movimento plastidulare, l'adattamento per contro ne è una modificazione » (pag. 55). Possiamo rappresentarci all'ingrosso questo movimento come un moto ondulatorio ramificato. In tutti i *protisti* od organismi unicellulari (protofiti o protozoi) questo *movimento periodico di massa* ha una forma relativamente semplice, mentre in tutti gli *istoni* od organismi molticellulari (metafiti e metazoi) esso è collegato con una generazione incrociata dei plastidii ed una divisione di lavoro dei plastiduli; ciò ho spiegato già nel 1866 nel 17° capitolo della *Morfologia generale* sotto il nome di *strofogenesi* o *consecuzione delle generazioni* (vol. II, pag. 105).

La filosofia monistica dovrebbe tanto più facilmente accettare l'ipotesi della perigenesi come fondamento di una teoria meccanica dell'eredità, in quanto che io considero nello stesso tempo i plastiduli come molecole animate (come le « monadi » di Leibnitz) e ritengo che anche i loro movimenti (attrazione e ripulsione) siano collegati con sensazioni (piacere e dispiacere) come i movimenti degli atomi che li compongono. Non ammettendo una simile sensazione d'infimo grado (incosciente) ed un simile movimento volontario in ogni materia, i più semplici processi fisici e chimici mi rimangono inconcepibili, tuttavia tutto il concetto dell'*affinità elettiva* od affinità chimica riposa su di essi (pag. 49 ed altrove). I plastiduli si differenziano però da tutte le altre molecole per la facoltà della *riproduzione* o della *memoria*. Come ha mostrato già nel 1870 il fisiologo Ewald Hering nel suo notevole scritto *Sulla memoria come funzione generale della materia organica*, non ammettendo una simile memoria (incosciente), i più importanti fenomeni vitali e soprattutto la riproduzione e l'eredità ci rimangono al tutto inesplicabili (pag. 51). Perciò si può anche designare l'ereditarietà come la memoria dei plastiduli e la variabilità come la ricettività, l'intelligenza dei plastiduli (pag. 72).

III. *La teoria dell'idioplasma* venne esposta nel 1884 da Carl Nägeli nel suo esteso lavoro: *Teoria meccanico-fisiologica della discendenza*. Questo segnalato botanico considera come fattore essenziale dell'eredità e come veicolo delle disposizioni ereditarie l'*idioplasma*, cioè solo quella parte del plasma o plasson che trasmette come germe tutte le formazioni ereditarie, in opposizione al puro protoplasma di nutrizione. Le più piccole particelle dell'idioplasma le quali col loro particolare ordinamento determinano il carattere di esso sono chiamate dal Nägeli *Micellen;* esse corrispondono in complesso ai miei *plastiduli*, e sarebbero pure circondate da veli acquei. La natura specifica dell'idioplasma, che è analogo al mio plasson, « risulterebbe nella configurazione della sezione trasversale da cordoni di serie micellari parallele ». Le striscie dell'idioplasma sono distese attraverso tutto l'organismo come una grande rete invisibile. Questa si modifica per *cause interne* di generazione in generazione, mentre non è affatto o pochissimo soggetta all'influsso delle condizioni esterne d'esistenza. Perciò le cause esterne (specialmente modificazioni di clima, di nutrimento, di ambiente, ecc.) non hanno che un influsso insignificante od anche nullo sulla variazione delle specie. Piuttosto questa si deve attribuire ad un interno e particolare *principio di perfezionamento*. Quest'ultimo produce il modificarsi in una determinata direzione progressiva dei minori o maggiori gruppi di forme, per cui la selezione non esercita che una minima azione od anche non ne esercita affatto.

Come si vede, il Nägeli per spiegare l'eredità e l'evoluzione organica introduce di nuovo nella biologia un *principio schiettamente teleologico*. Il suo « principio interno di perfezionamento » da cui dipende l'intera evoluzione non è altro che la vecchia

forza vitale rimodernata nella forma, un *y* invece di un *x*; e quest'incognita non ci è resa più concepibile dal fatto che il Nägeli la dia come una proprietà immanente del suo idioplasma. È difficile comprendere come un così intelligente naturalista (che si crede lui stesso un esattissimo fisiologo) abbia potuto ingannarsi così completamente sulla vera essenza della sua ipotesi molecolare. Egli rigetta interamente tanto la pangenesi del Darwin come la mia perigenesi, e dice che son « prodotti della filosofia naturale e che come tali non valgono più di ogni altro prodotto uscito da quella sorgente ». Ma egli non si accorge frattanto che lo stesso vale per la sua propria ipotesi, e che si potrebbe dire di lui colle stesse parole: « Il loro torto, come quello di ogni dottrina di filosofia naturale, si è quello di dare le loro supposizioni per fatti e di adoperare per esse immeritate denominazioni scientifiche, e di pretendere senza diritto che esse abbiano un'importanza per le scienze naturali » (pag. 81 e altrove). Lo stesso si dica dell'ultima parte *metafisica* del suo lavoro: *Forze ed aspetti nel territorio molecolare*, e specialmente della sua ipotesi dell'*Isagitaet* (pag. 807). Nessun fisico rigoroso può vedere in essa altro che fantasticherie metafisiche. Astrazion fatta dalla sua teoria dell'eredità che è affatto infondata, e di molti errori che ne derivano, l'opera del Nägeli contiene per altro una quantità di validissime contribuzioni alla teoria della discendenza, ma sventuratamente non vi si trova la « spiegazione meccanico-fisiologica » di essa. Sono soprattutto eccellenti i capitoli sulla *Storia dell'evoluzione filogenetica* (VII, VIII); sulla *Morfologia e sistematica come scienze filogenetiche* (IX) e sulla *Generazione spontanea* (II). Molte cose vi son svolte che coincidono con quelle espresse da me sin dal 1866 nella mia *Morfologia generale.*

IV. *La teoria del germiplasma* venne fondata nel 1885 da Augusto Weismann in uno scritto sulla *Continuità del germiplasma come fondamento d'una teoria dell'eredità.* Questa teoria concorda colle due precedenti nell'ammettere che la causa immediata della evoluzione individuale ed i fondamenti materiali dell'eredità siano da cercarsi nelle molecole della sostanza plasmatica del germe, sia nel nucleo, sia nel protoplasma delle cellule riproduttrici. Mentre però la mia ipotesi della perigenesi applica il principio meccanico del movimento alle molecole del plasma o plastiduli ed ammette che la direzione di quel movimento sia modificabile dall'adattamento, mentre infine il Nägeli pone una ignota tendenza interna al perfezionamento (principio schiettamente teleologico) nelle molecole del suo idioplasma (o « Micellen ») ed ammette che queste si riuniscano a rete, il Weismann scorge la causa vera dell'eredità nella continuità del plasma germinale e quella della variazione nel mescolarsi dei due differenti germiplasmi nella riproduzione sessuale. Egli ritiene che esistano l'una presso all'altra nell'organismo due specie di plasma interamente distinte, il germiplasma o materia generativa ed il plasma somatico o sostanza da cui si sviluppano tutti i tessuti del corpo (già distinte dal Rauber come parte germinale e parte personale dell'individuo). Infine il Weismann afferma che in ogni caso di riproduzione una parte del germiplasma dell'individuo generatore non viene impiegato nella formazione dell'individuo generato ma rimane invariata per venir poi adoperata a formare le cellule germinali delle generazioni seguenti. Su questa ininterrotta *continuità del germiplasma* per l'intera serie delle generazioni riposa l'eredità, per contro l'adattamento o variazione riposa sulla diversità individuale delle due specie di germiplasma (l'ooplasma femmineo e lo spermiplasma maschile che si mischiano insieme nella generazione sessuale). Il Weismann considera come una conseguenza

importante della sua teoria l'ammettere che i caratteri acquisiti *non* possano venir ereditati. Egli rigetta dunque il principio più essenziale dell'antica teoria lamarchiana della discendenza mentre accorda la maggiore influenza al principio darviniano della selezione.

I molti argomenti morfologici e fisiologici che parlano contro alla teoria del germiplasma di Nägeli sono già stati esposti a fondo da Virchow, Kölliker, Detmer, Eimer, Herbert Spencer, ecc. Associandomi a questi vorrei inoltre far notare specialmente che la divisione permanente delle due sorta di plasma nelle cellule germinali non solo non è dimostrata da ricerche microscopiche, ma che inoltre è resa molto inverosimile dai fatti della segmentazione e della gastrulazione. Inoltre il Weismann ne viene condotto a spiegare l'evoluzione del suo germiplasma con cause interne *ignote* le quali sono altrettanto metafisiche e *teleologiche* come il « principio interno di perfezionamento » dell'idioplasma di Nägeli; varia solo il nome della causa ignota. Il Weismann infine, riconoscendo solo l'eredità delle variazioni *indirette* o potenziali, rigettando affatto l'eredità dell'adattamento *diretto* od attuale si toglie, secondo la mia opinione, ogni possibilità di spiegare meccanicamente i più importanti fenomeni di trasformazione.

V. *La teoria della pangenesi intracellulare* (1889) è stata esposta recentemente dal botanico Hugo de Vries rannodandosi immediatamente all'ipotesi del Darwin (pag. 118), ma colla differenza essenziale che non si parla più del trasportarsi delle gemmule attraverso al corpo. Il Vries ammette un simile trasporto solo *nell'interno* di ogni singola cellula; egli dà una più esatta definizione delle gemmule (che egli chiama *pangeni*) e ritiene che ogni singola disposizione ereditabile sia collegata ad un simile substrato materiale, ad un invisibile *pangene*. L'intero protoplasma vivente sarebbe solo composto di pangeni e nei nuclei delle cellule sarebbero rappresentate tutte le specie di pangeni del rispettivo individuo.

L'opuscolo del Vries, ben degno di lettura, è scritto eccellentemente e contiene molti pensieri istruttivi sull'eredità. Ma una vera spiegazione di questa od anche solo un idea concepibile del processo molecolare su cui essa riposa, manca in questa teoria tanto come nelle quattro precedenti. Le « singole disposizioni ereditarie » ci riconducono alla teoria della preformazione. Inoltre la struttura e lo sviluppo dei tessuti animali oppongono alla ammissione di quella teoria delle difficoltà insormontabili che non si erano presentate al Vries che come botanico prendeva in considerazione la cellula vegetale molto più semplice e relativamente indipendente.

Oltre alle cinque teorie dell'eredità sopra esposte sono stati fatti recentemente ancora da altri naturalisti dei tentativi per spiegare questi meravigliosi fenomeni. Questi però o non rappresentano che modificazioni secondarie di una di quelle cinque ipotesi o si allontanano tanto dalle basi riconosciute delle nostre conoscenze empiriche che essi non meritano di essere qui considerati. L'ulteriore questione se nella riproduzione solo il *nucleo* della cellula od anche il suo protoplasma sia il veicolo delle proprietà ereditarie viene ora generalmente decisa in favore della prima ipotesi. Io stesso, già nel 1866, nella mia *Morfologia generale* (vol. I, pag. 288) avevo affermato « che dal *nucleo* interno dipende l'*eredità* dei caratteri trasmissibili, dal *plasma* esterno per contro dipende l'*adattamento* alle condizioni del mondo esterno ». Ultimamente soprattutto per le importanti ricerche dei fratelli Hertwig, di E. Strasburger e d'altri si sono fornite delle ragioni molto convincenti in favore della verosimiglianza di quest'idea.

Da queste e da numerose altre ricerche le nostre conoscenze sull'eredità e la riproduzione si sono in questi ultimi tre decennii molto aumentate. È vero che nessuna delle cinque sovraesposte ipotesi molecolari non ci scioglie interamente l'enigma di questi mirabili fenomeni; piuttosto esse hanno servito a darci chiara coscienza della straordinaria intricatezza dei processi invisibili che vi si compiono e della nostra incapacità a concepirli. Ma, ciò malgrado, noi con esse abbiamo strappati via i mistici concetti che si avevano prima sulla loro natura, ed abbiamo acquistato il convincimento generale che si tratta qui di *funzioni fisiologiche*, di attività vitali delle cellule, le quali, come tutti gli altri fenomeni vitali, devono ricondursi a processi fisico-chimici e perciò devono spiegarsi *meccanicamente*.



DECIMA CONFERENZA

Adattamento e nutrizione. Leggi dell'adattamento.

Adattamento e variabilità. — Connessione dell'adattamento colla nutrizione (ricambio di materia ed accrescimento). — Distinzione dell'adattamento indiretto e diretto. — Leggi dell'adattamento indiretto e potenziale. — Adattamento individuale. — Adattamento mostruoso o saltuario. — Adattamento sessuale. — Leggi dell'adattamento diretto od attuale. — Adattamento universale. — Adattamento cumulativo. — Azione accumulata delle condizioni esterne di esistenza e reazione cumulativa dell'individuo. — Il libero arbitrio. — Uso e non uso degli organi. — Esercizio ed abitudine. — Adattamento funzionale. — Adattamento correlativo. — Correlazioni di sviluppo. — Correlazione degli organi. — Spiegazione dell'adattamento indiretto o potenziale per mezzo della correlazione degli organi sessuali e delle rimanenti parti del corpo. — Adattamento imitativo o mimetico (*mimicry*). — Adattamento divergente. — Adattamento illimitato od infinito.

Signori!

Dopo di aver esposte nelle due ultime conferenze le più importanti leggi e teorie dell'eredità, volgiamoci ora alla seconda gran serie di fenomeni che vengono presi in considerazione trattandosi della scelta naturale, a quelli cioè dell'*adattamento* o variazione. Questi fenomeni in complesso stanno in una certa opposizione coi fenomeni dell'eredità, e la difficoltà che incontriamo nell'esame di entrambi sta soprattutto in ciò che essi si incrociano e si intrecciano nel modo più perfetto. Perciò quando si tratti di variazioni di forma che accadono sotto i nostri occhi noi siamo raramente in grado di dire qual parte vi abbia l'eredità e quale la variazione. Tutti i caratteri di forma che distinguono gli organismi sono causati o dall'eredità o dall'adattamento; siccome però entrambe queste funzioni reagiscono continuamente l'una sull'altra, così pel sistematico è straordinariamente difficile di riconoscere la parte spettante all'una o all'altra di esse nella costituzione delle singole forme. Presentemente ciò è tanto più difficile inquantochè si comincia appena ad aver coscienza della straordinaria importanza di questo fatto e che dalla più gran parte dei naturalisti la teoria dell'adattamento è stata altrettanto negletta come quella dell'eredità. Le leggi dell'eredità da noi precedentemente stabilite come le leggi dell'adattamento che stiamo ora per esporre non formano verosimilmente che una frazione dei fenomeni in gran parte ignoti che si compiono in questo campo, e poichè ognuna di queste ultime leggi può interferire con ognuna delle prime ne nasce un'infinita intricatezza nei fatti fisiologici che esercitano realmente un'azione nella produzione delle forme organiche.

Ora, per quanto concerne il fenomeno della variazione od adattamento in generale, noi dobbiamo considerarlo, come abbiamo fatto per l'eredità, come una proprietà fisiologica fondamentale e generale di tutti gli organismi senza eccezione, come una manifestazione vitale inseparabile dal concetto di organismo. Strettamente parlando, anche qui, come per l'eredità, noi dobbiamo distinguere fra l'adattamento stesso e

l'adattabilità. Per *adattamento* o *variazione* noi intendiamo il *fatto* che l'organismo, in seguito all'influenza del mondo esterno che lo circonda, acquista nella sua attività vitale, combinazione e forma, certe nuove proprietà che egli non ha ereditate da' suoi progenitori; queste proprietà individuali *acquisite* si contrappongono a quelle *ereditarie* trasmessegli da' suoi genitori e progenitori. All'incontro noi chiamiamo *adattabilità* o *variabilità* l'attitudine intrinseca che ha ogni organismo ad acquistare simili nuove proprietà sotto l'influenza del mondo esterno.

Il fatto innegabile dell'adattamento o variazione degli organismi è universalmente noto e si può vedere ad ogni momento in migliaia di fenomeni comuni. Ma appunto perchè i fenomeni della variazione per influssi esterni sembravano così naturali, essi non vennero finora quasi per nulla sottoposti ad un esatto esame scientifico. Qui si raggruppano tutti i fenomeni che osserviamo essere conseguenza dell'abitudine e della desuetudine, dell'uso e del disuso, oppure dell'ammaestramento, dell'educazione, dell'acclimamento, della ginnastica, ecc. Anche molte modificazioni permanenti dovute a cause patologiche, molte malattie, non sono altro che pericolosi adattamenti dell'organismo a condizioni nocive di vita. Nelle piante coltivate e negli animali domestici il fenomeno della variazione è così notevole ed importante che appunto su di esso l'allevatore ed il giardiniere fondano tutta la loro azione o piuttosto sulla reazione reciproca che essi fanno nascere fra questo fenomeno e quello dell'eredità. Così pure è universalmente noto che le piante ed animali allo stato selvaggio variano. Trattando sistematicamente un gruppo di animali o di piante, quando si volesse essere affatto completi ed esaurire la materia, si dovrebbe per ogni singola specie citare una quantità di variazioni che deviano più o meno dalla forma capitale tipica o predominante della specie. Di fatto in ogni lavoro speciale di sistematica che sia condotto con esattezza voi trovate citate una quantità di simili variazioni e modificazioni che ora sono considerate come variazioni individuali, ora come razze, varietà o sottospecie. Spesso esse si allontanano straordinariamente dalla specie tipica e tuttavia esse non sono dovute che all'adattamento dell'organismo alle condizioni esterne di esistenza.

Se noi ora cerchiamo di stabilire le cause generali di questi fenomeni di adattamento noi veniamo al risultato che esse in realtà sono così semplici come le cause dei fenomeni dell'ereditarietà. Come noi pei fatti dell'eredità abbiamo riconosciuta come causa fondamentale e generale la riproduzione, il trasporto di materia dal genitore al figlio, così anche pei fatti dell'adattamento o variazione noi possiamo porre come causa fondamentale e generale la funzione fisiologica della *nutrizione* o del *ricambio materiale*. Ponendo qui la « nutrizione » a causa fondamentale della variazione e dell'adattamento, io prendo quella parola nel suo più largo senso ed intendo con essa tutte le *modificazioni trofiche* che subiscono tutte le parti dell'organismo in seguito all'influsso esercitato su di esso dal mondo esterno. Così per nutrizione non considero solamente l'introduzione delle materie realmente nutrienti e l'influsso della diversità di cibo, ma anche, per esempio, l'azione esercitata dall'acqua e dall'atmosfera, dalla luce solare e dalla temperatura sulle proprietà fisico-chimiche del corpo, insomma l'influsso di tutti quei fenomeni meteorologici che si comprendono sotto il concetto di « *clima* ». Qui entrano pure l'influsso mediato od immediato della natura del suolo o dell'abitazione, e l'influsso straordinariamente importante e multilaterale che su ogni animale e su ogni pianta viene esercitato dagli organismi circondanti, amici e vicini, nemici e predatori, parassiti e così via. Tutte queste influenze ed ancora molte altre importantissime che modificano più o meno i tessuti dell'organismo nella loro

costituzione materiale devono essere presi in considerazione qui trattando del ricambio materiale. In seguito a ciò l'*adattamento* sarà la conseguenza di tutte quelle variazioni materiali che son prodotte dalle condizioni esterne d'esistenza nel *nutrimento delle parti elementari*, dall'influenza del mondo esterno sul *ricambio materiale* e sull'*accrescimento* dell'organismo.

È noto a voi tutti in modo generale quanto ogni organismo dipenda dal complesso del suo ambiente e quanto venga modificato dal mutarsi di esso. Pensate solo quanto l'attività umana sia dipendente dalla temperatura dell'aria, o la disposizione d'animo dal colore del cielo. Secondo che il cielo è sereno o coperto da nubi oscure e pesanti il nostro umore è gaio o triste. Quanto diverso è il nostro modo di sentire in una foresta durante una notte tempestosa d'inverno o durante una lieta giornata d'estate! Tutte queste diverse disposizioni dell'animo nostro riposano su modificazioni puramente materiali del nostro cervello, su movimenti molecolari del plasma, i quali per mezzo dei sensi sono prodotti dalla diversa azione della luce, del calore, dell'umidità, ecc. « Noi siamo il gioco di ogni pressione dell'aria ».

Non meno importanti e profonde sono le influenze che al nostro spirito ed al nostro corpo fa subire la diversa qualità e quantità dei materiali alimentari nello stretto senso della parola. Il nostro lavoro mentale, l'attività del nostro intelletto e della nostra fantasia, è interamente diverso secondo che noi durante o prima di esso abbiamo preso the e caffè, oppure vino e birra. Le nostre disposizioni, i nostri desiderii e sentimenti sono interamente differenti secondo che noi siamo affamati o sazi. Il carattere nazionale degli Inglesi e dei Gauchos dell'America meridionale, i quali si nutrono prevalentemente di carne, cioè di materia molto azotata, è affatto diverso da quello degli Irlandesi mangiatori di patate e dei Chinesi mangiatori di riso, i quali si nutrono soprattutto di materie non azotate. Questi ultimi anche son più ricchi d'adipe che i primi. Anche qui, come dappertutto, le modificazioni psichiche vanno di pari passo con modificazioni corrispondenti del corpo, entrambe dipendono da cause puramente materiali. Ma anche tutti gli altri organismi tanto come l'uomo vengono modificati e trasformati dalle diverse influenze della nutrizione. È noto a voi tutti che ci è possibile nelle nostre piante coltivate e negli animali domestici far variare volontariamente la forma, la grandezza, il colore, ecc., che noi possiamo, per esempio, togliere o dare ad una pianta certe determinate qualità secondo che noi la esponiamo ad un maggiore o minor grado di luce solare e di umidità. Poichè questi fenomeni sono sparsi in modo affatto generale, e poichè noi passeremo subito a considerare le diverse leggi dell'adattamento, non ci tratterremo qui più a lungo sui fatti generali della variazione.

Nello stesso modo che le leggi dell'eredità si possono dividere naturalmente nelle due serie dell'eredità conservativa e della progressiva, così anche per le leggi dell'adattamento si possono distinguere due differenti serie, cioè dapprima la serie delle leggi dell'adattamento *indiretto* o mediato, e in secondo luogo la serie delle leggi dell'adattamento *diretto* o immediato. Queste ultime possono anche chiamarsi leggi dell'adattamento attuale, le prime invece leggi dell'adattamento potenziale.

La prima serie, che comprende i fenomeni dell'adattamento *indiretto* o mediato (potenziale), è stata sinora in complesso pochissimo studiata, e resta merito del Darwin l'aver attirata in modo affatto speciale l'attenzione su questa serie di modificazioni. Negli ultimi tempi poi Augusto Weismann ha studiate molto a fondo queste modificazioni, ed infine, considerandole come le sole variazioni ereditabili, ha dato ad esse un

valore così esclusivo da negare affatto l'eredità di adattamenti diretti. È alquanto difficile esporre chiaramente questa questione; cercherò in seguito di farvela chiara con alcuni esempi. Parlando affatto generalmente, l'adattamento *indiretto* o potenziale consiste nel fatto che certe modificazioni dell'organismo che dipendono dall'influenza della nutrizione (nel più ampio senso), e in generale dalle condizioni esterne d'esistenza, non si manifestano nelle forme individuali dell'individuo in questione, ma solo in quelle de' suoi discendenti. Così, soprattutto in quegli organismi che si riproducono per via sessuale, il sistema riproduttore, in seguito all'azione di cause esterne che influiscono poco sul resto dell'organismo, viene modificato in guisa che la prole di quegli organismi mostra una costituzione affatto cambiata. Si può veder ciò molto chiaramente nelle mostruosità prodotte artificialmente. Si possono produrre delle mostruosità sottoponendo l'organismo paterno ad una determinata condizione anormale di vita. Questa condizione insolita non produce però una modificazione nell'individuo stesso, ma bensì ne' suoi discendenti. Ciò non si può chiamare eredità perchè non si tratta di una proprietà presente nell'individuo generatore la quale sia trasmessa ereditariamente ai discendenti. Si tratta piuttosto di una modificazione dalla quale l'organismo generatore fu colpito senza esserne affettato in modo apparente, essa si palesa solo nella particolare struttura dei suoi discendenti. La neoformazione nell'organismo generatore è presente solo *potenzialmente*, nel generato invece lo è *attualmente*.

Essendosi sinora quasi affatto negletti questi importantissimi e generalissimi fenomeni si era propensi a considerare tutte le variazioni e trasformazioni percepibili delle forme organiche come fenomeni d'adattamento della seconda serie, quella dell'adattamento immediato o *diretto* (attuale). L'essenza di queste ultime leggi d'adattamento sta in ciò che la modificazione che colpisce l'organismo (nella nutrizione, ecc.) si manifesta già in una trasformazione di essa, e non solo nei suoi discendenti. Qui si devono collocare tutti quei noti fenomeni in cui noi possiamo verificare l'influsso modificatore del clima, del nutrimento, dell'allevamento, dell'ammaestramento, ecc., immediatamente nell'individuo stesso che lo subisce.

Come entrambe le serie dell'eredità conservativa e della progressiva malgrado la loro differenza fondamentale interferiscono l'una coll'altra e si modificano vicendevolmente, cooperano e si intrecciano in vario modo, così succede anche in misura ancor maggiore per le due serie di fenomeni opposte fra loro ma tuttavia intieramente connesse dell'adattamento diretto ed indiretto. Alcuni naturalisti, in ispecie Darwin, Carl Vogt e Weismann ascrivono agli adattamenti indiretti o potenziali un'azione molto più importante od anche quasi esclusiva. Però la maggioranza dei naturalisti era finora propensa a dare per contro il massimo peso all'azione degli adattamenti diretti od attuali, od anche a farli agire da soli, seguendo in ciò la dottrina del Lamarck. Propriamente questa discussione è per ora abbastanza oziosa. Raramente noi siamo in grado di giudicare nei singoli casi di variazione qual parte di essa debba porsi sul conto dell'adattamento diretto e quale sul conto dell'indiretto. In complesso noi conosciamo ancor troppo poco questi rapporti straordinariamente importanti ed intricati, e perciò possiamo solo affermare in tesi generale che la modificazione delle forme organiche è da attribuirsi *o* solo all'adattamento diretto, *o* solo all'indiretto, o infine all'azione combinata dell'uno *e* dell'altro. Spetta alla fisiologia della nutrizione lo sciogliere il difficile quesito di studiare meglio (possibilmente in modo sperimentale) le diverse azioni di queste modificazioni e di ricondurle alle loro cause elementari, ai processi fisico-chimici del ricambio di materia e dello accrescimento degli organi.

Osserviamo ora un po' più minutamente le diverse forme in cui ci si presenta il fenomeno della variazione, forme che provvisoriamente possiamo considerare come « leggi dell'adattamento ». Volgiamoci dapprima alle variazioni appartenenti alla prima serie, a quelle dell'*adattamento indiretto o potenziale*. Sebbene l'essenza di questi notevoli fenomeni sia ancora molto oscura e le loro cause elementari siano ancora pochissimo studiate, tuttavia sta in modo generale ed indubitato il *fatto* che tutti gli individui organici subiscono delle modificazioni e possono assumere nuove forme in seguito a variazioni di nutrizione a cui non furono esposti essi stessi, ma bensì l'organismo che li generò. L'influsso modificatore delle condizioni esterne di esistenza, del clima, del nutrimento, ecc., mostra qui la sua azione non direttamente in una modificazione dell'organismo stesso, ma indirettamente modificando i suoi discendenti.

Come suprema e generalissima fra le leggi della variazione indiretta noi possiamo stabilire la *legge dell'adattamento individuale*, cioè il fatto importante che tutti gli individui organici fin dal principio della loro esistenza individuale sono disuguali sebbene talora similissimi. Come prova di questa affermazione noi possiamo dapprima addurre il fatto che nell'uomo tutti i fratelli, tutti i figli di una coppia di genitori son diversi fra loro sin dalla nascita. Nessuno affermerà che due fratelli all'atto della nascita siano ancora completamente uguali fra di loro, che la grandezza delle singole parti del corpo, il numero dei capelli, delle cellule epidermiche, dei globuli sanguigni siano affatto uguali in due fratelli, che entrambi vengano al mondo colle stesse disposizioni e gli stessi talenti. Affatto convincente per questa legge della differenza individuale è poi il fatto che in quegli animali che producono vari figli, per esempio nei cani e nei gatti, tutti i nati di uno stesso parto son distinti l'uno dall'altro, ora per minori, ora per maggiori differenze nella grandezza, colorazione, lunghezza delle singole parti del corpo, robustezza, ecc. Ora questa legge ha valore affatto generale. Tutti gli individui organici sono distinti sin dal principio per certe differenze che possono anche essere sottilissime, e la causa di queste differenze individuali, sebbene nei singoli casi ci sia per solito affatto ignota, sta in parte od esclusivamente in certe influenze state subite dagli organi riproduttori dell'organismo generatore.

Molti naturalisti considerano la variazione individuale come la causa più importante od anche esclusiva della trasformazione; così fa soprattutto Augusto Weismann che la considera come conseguenza immediata della riproduzione sessuale. L'eredità anfigona produce immediatamente, secondo lui, l'adattamento individuale. Per quanto però noi possiamo apprezzare il valore di essa, tuttavia noi non possiamo concederle un'importanza così esclusiva.

Meno importante e generale che questa legge della variazione individuale è una seconda legge dell'adattamento indiretto, che noi chiameremo la *legge dell'adattamento mostruoso o saltuario*. Qui la deviazione dell'organismo generato dalla forma del generatore è così grande che noi la consideriamo in generale come una mostruosità. In molti casi tali mostruosità, come è dimostrato sperimentalmente, si producono sottoponendo l'individuo generatore ad un determinato trattamento, a particolari condizioni di nutrizione, per esempio togliendogli aria e luce o facendo variare in modo determinato altre influenze che abbiano importante azione sulla sua nutrizione. Le nuove condizioni di esistenza producono un forte e notevole mutamento di forma, non però nell'organismo che vi è immediatamente esposto, ma solo nei suoi discendenti. Anche qui ci è impossibile riconoscere nei singoli casi il modo d'agire di questo

influsso, e possiamo solo stabilire in modo affatto generale una certa connessione fra la costituzione mostruosa del nato e certe modificazioni nelle condizioni d'esistenza dei suoi genitori, come pure l'influenza di queste sugli organi riproduttori di questi ultimi. A questa serie delle variazioni mostruose o saltuarie appartengono probabilmente i fenomeni anteriormente citati dell'albinismo, come pure i singoli casi di uomini con sei dita alle mani od ai piedi, di vitelli senza corna, e di pecore e capre con quattro o sei corna. Probabilmente in tutti questi casi la variazione mostruosa deve la sua origine ad una causa che aveva alterato immediatamente solo il sistema riproduttore dell'organismo generatore, l'uovo della madre o lo sperma del padre.

Come una terza particolare manifestazione dell'adattamento indiretto possiamo porre la *legge dell'adattamento sessuale*. Designiamo così il fatto notevole che certe influenze che agiscono sugli organi sessuali maschili palesano la loro azione solo nella costituzione dei discendenti maschili e così pure altre influenze che agiscono sugli organi sessuali femminili si palesano solo in variazioni di forma che occorrono nei discendenti femminei. Questo fenomeno rimarchevole è ancora molto oscuro e poco studiato, ma verosimilmente esso ha grandissima importanza per l'origine dei « caratteri sessuali secondari » che abbiamo esaminati più sopra.

Tutti i fenomeni sin qui citati dell'adattamento sessuale, saltuario ed individuale che noi possiamo comprendere insieme come « leggi dell'adattamento indiretto o mediato » (potenziale) ci son pochissimo noti per quanto riguarda la loro propria natura ed il loro intimo nesso causale. Ciò solo possiamo sin d'ora con sicurezza affermare che numerosissime ed importantissime modificazioni delle forme organiche devono la loro origine a tali processi. Molte ed importanti modificazioni di forma non si devono che a cause che esercitarono dapprima la loro azione sulla nutrizione dell'organismo generatore e perciò sui suoi organi riproduttori. Apparentemente hanno qui grande importanza i rapporti reciproci che intercedono fra gli organi sessuali e le rimanenti parti del corpo. Di questi parleremo più ampiamente fra poco trattando della legge dell'adattamento reciproco. Del resto quanto sia potente l'influenza che hanno le variazioni delle condizioni di esistenza e del nutrimento sulla riproduzione degli organismi lo dimostra già solo il fatto notevole che molti animali selvaggi che noi manteniamo nei nostri giardini zoologici, come pure molte piante selvatiche che vivono nei nostri orti botanici, non sono più in istato di riprodursi: così per esempio la maggior parte dei rapaci, dei pappagalli e delle scimmie. Anche l'elefante ed i carnivori simili all'orso non partoriscono quasi mai in prigionia. Così pure molte piante in istato di coltura diventano sterili. Avviene bensì l'unione dei due sessi, ma non avviene la fecondazione o lo sviluppo dei germi fecondati. Da ciò si ricava in modo indubbio che il modo di nutrizione modificato dallo stato di cultura è in grado di abolire interamente la facoltà di riprodursi e perciò può esercitare il massimo influsso sugli organi sessuali. Così pure altri adattamenti o modificazioni di nutrizione dell'organismo generatore, senza occasionare la completa privazione di discendenza, possono tuttavia produrre nella forma di questa notevoli modificazioni.

Molto più conosciuti che i fenomeni dell'adattamento diretto o potenziale sono quelli dell'*adattamento diretto od attuale* che stiamo per esaminare più dappresso. Qui si schierano tutte quelle modificazioni degli organismi le quali vengono considerate come conseguenze dell'esercizio, dell'abitudine, dell'ammaestramento, della educazione, ecc., come pure quelle modificazioni delle forme organiche che sono prodotte immediatamente dall'influenza del nutrimento, del clima e di altre condizioni

estranee di esistenza. Come abbiamo già osservato sopra nell'adattamento diretto od immediato, l'influsso modificatore della causa esterna manifesta immediatamente la sua azione sulla forma o struttura dell'organismo stesso che vi è esposto e non solo in quella della sua discendenza.

Fra le diverse leggi dell' adattamento diretto od attuale noi possiamo stabilire come la suprema e la più comprensiva la *legge dell'adattamento universale*. Essa può venire espressa brevemente così: « Tutti gli individui organici nel corso della loro vita diventano disuguali l'uno dall'altro coll'adattarsi a diverse condizioni di vita sebbene gli individui di una stessa specie rimangano il più delle volte molto simili fra di loro ». Abbiamo già visto che una certa disuguaglianza degli individui organici è già dovuta alla legge dell' adattamento individuale (indiretto). Ma questa disuguaglianza originaria degli individui viene in seguito aumentata dal fatto che ogni individuo durante la sua vita indipendente si sottopone e si adatta alle condizioni di esistenza che gli son proprie. Tutti i vari individui di una stessa specie, per quanto essi possano essere simili fra loro nei primi stadii vitali, nel corso ulteriore della loro esistenza diventano sempre più o meno disuguali l'un dall'altro. In particolarità piccole o rilevanti essi si allontanano l'uno dall'altro, e ciò è una conseguenza necessaria delle diverse condizioni sotto le quali tutti gli individui vivono. Non vi sono due individui d'alcuna specie che compiano la loro vita in condizioni di esistenza affatto uguali. Le condizioni biologiche del nutrimento, dell'umidità, dell'aria, della luce, e infine le condizioni biologiche della società, dei rapporti reciproci cogli individui circostanti della stessa specie o di altre, sono diverse in tutti gli individui; questa diversità produce dapprima modificazioni nelle funzioni e poi nelle forme d' ogni singolo organismo.

Se in una famiglia umana i fratelli mostrano già fin dal principio certe disuguaglianze individuali che noi possiamo considerare come conseguenze dell'adattamento individuale (indiretto), essi ci appaiono ben più diversi in un' epoca più tarda della vita in cui i singoli fratelli hanno subito diverse influenze e si sono adattati a diverse condizioni biologiche. La diversità originariamente prestabilita dello sviluppo individuale diventa evidentemente tanto maggiore quanto più a lungo dura la vita, quanto più diverse condizioni esterne esercitano il loro influsso nei singoli individui. Ciò voi potete verificare facilissimamente nell'uomo stesso come negli animali domestici e nelle piante coltivate in cui potete modificare ad arbitrio le condizioni vitali. Due fratelli dei quali l'uno sia allevato per farne un operaio e l'altro un prete, si sviluppano affatto differentemente sotto il rapporto corporeo ed intellettuale, così pure due cani di uno stesso parto, di uno dei quali si voglia fare un cane da caccia e dell'altro un cane da guardia. Ma lo stesso vale pure per gli individui organici in istato di natura. Quando voi, per esempio, in una foresta di pini o di faggi, che risulti unicamente di alberi di una sola specie, comparate accuratamente tutti gli alberi l'uno coll'altro, voi troverete sempre che di tutti i cento od i mille alberi non due individui concordano completamente nella grossezza del tronco e delle singole parti, nel numero dei rami, foglie, frutti, ecc. Dappertutto voi trovate differenze individuali che almeno in parte non sono che la conseguenza delle diverse condizioni di vita sotto alle quali tutti quegli alberi si sono sviluppati. È vero che non si può mai dire con certezza quanta parte di questa disuguaglianza di tutti gli individui di una singola specie possa essere originaria (prodotta dall'adattamento indiretto individuale) e quanta possa essere ereditata (prodotta dall'adattamento diretto universale).

Non meno importante e generale dell'adattamento universale è la seconda serie di fenomeni dell'adattamento diretto che noi possiamo chiamare *legge dell'adattamento cumulativo*. Io comprendo sotto questo nome un gran numero di importantissimi fenomeni, che generalmente si riferiscono a due gruppi affatto distinti. Generalmente si distinguono da un lato quelle modificazioni degli organismi le quali vengono prodotte *immediatamente* dall'influsso diuturno di condizioni esterne (dall'azione perdurante del nutrimento, del clima, dell'ambiente, ecc.), dall'altro quelle modificazioni che si originano *mediatamente*, per l'abitudine e l'esercizio, per l'abituarsi a date condizioni di vita, per uso e disuso degli organi. Queste ultime influenze sono soprattutto state fatte valere dal Lamarck come importanti cause di modificazione delle forme organiche, mentre le prime sono già state da gran tempo riconosciute come tali in modo generale.

La distinzione netta che si fa abitualmente fra questi due gruppi dell'adattamento cumulativo, e sulla quale ancora il Darwin insiste molto, svanisce subito che si mediti più a fondo sulla natura intima e sul fondamento causale di queste due serie d'adattamento che in apparenza sono differentissime. Si arriva allora alla convinzione che in entrambi i casi non si ha mai da fare che con due diverse cause efficienti, cioè da un lato coll'*azione* esterna delle condizioni biologiche che producono l'adattamento, e dall'altro colla *reazione* interna dell'organismo che si sottopone e si adatta a quella condizione di vita. A prima vista, considerando per sè solo l'adattamento cumulativo, riferendo l'azione modificatrice e le perduranti condizioni esterne di esistenza solo a queste ultime condizioni, si dà il massimo peso all'azione esterna e si neglige l'interna reazione dell'organismo, la quale necessariamente interviene. Se viceversa si segue esclusivamente l'adattamento cumulativo nella seconda direzione, se si fa risaltare l'attività modificatrice propria dell'organismo, la sua reazione contro all'influsso esterno, il modificarsi in seguito all'esercizio, all'abitudine, all'uso e non uso degli organi, allora si dimentica che questa reazione è provocata dapprima dall'azione delle condizioni esterne d'esistenza. La distinzione di quei due gruppi riposa dunque solamente sul diverso modo di considerarli, e io credo che si possano con perfetta ragione riunire insieme. L'essenziale in questi fenomeni di adattamento cumulativo è sempre che la modificazione dell'organismo, la quale si palesa dapprima nella sua funzione ed in seguito nella sua forma, viene prodotta dall'azione perdurante o frequentemente ripetuta di una causa esterna. La minima causa, per l'accumulamento della sua azione, può produrre i maggiori effetti.

Gli esempi di queste specie di adattamento diretto sono infinitamente numerosi. In ogni attinenza colla vita degli animali e delle piante troverete facilmente casi evidenti e convincenti di tal sorta di modificazioni. Rileveremo qui alcuni fenomeni d'adattamento prodotti immediatamente dal nutrimento stesso. Ognuno di voi sa che gli animali domestici che vengono allevati per determinati scopi possono venir diversamente modificati dalla diversa quantità e qualità di nutrimento che si dà loro. Quando l'allevatore vuole che le pecore producano una lana fina, egli dà ad esse nutrimento diverso da quello che provvede loro quando vuol ottenere buona carne od abbondante grasso. I cavalli scelti da corsa e di lusso ricevono nutrimento migliore che i pesanti cavalli di fatica e i cavalli dei carrettieri. La forma stessa del corpo umano, per esempio il grado di adipe, è affatto differente secondo il nutrimento. Con un nutrimento molto azotato si mette poco adipe, se ne mette molto con uno che sia povero d'azoto. Quelli che vogliono dimagrare, seguendo la cura Banting che ora è di

moda, mangiano solo carne ed uova, non pane, nè patate. Quali notevoli modificazioni si possano provocare nelle piante coltivate unicamente variando la quantità e la qualità del loro nutrimento è universalmente noto. La stessa pianta assume un aspetto affatto diverso quando la si espone alla luce solare in un sito secco e caldo o se la si tiene all' ombra in un sito umido e fresco. Molte piante portate sulla riva del mare acquistano dopo qualche tempo foglie spesse, carnose, e le stesse piante, in siti eccezionalmente secchi e caldi, acquistano foglie sottili, pelose. Tutte queste modificazioni di forma nascono immediatamente dall'influsso cumulativo della variazione di nutrimento.

Ma non solo la quantità e la qualità del materiale di nutrizione agiscono potentemente modificando e trasformando gli organismi, anche tutte le altre condizioni esterne di esistenza, soprattutto l'immediato ambiente organico, la compagnia degli organismi amici e nemici. Il medesimo albero si sviluppa affatto diversamente in un sito aperto in cui egli è libero da ogni lato, e nelle foreste dove egli deve adattarsi al contorno, dove egli tutto intorno è stretto dai vicini ed è obbligato ad innalzarsi. Nel primo caso la sua chioma diventa largamente espansa, nell'ultimo il tronco si estende in lunghezza e la chioma rimane piccola e serrata. Quanto siano potenti tutte queste circostanze, quanto sia potente l'influsso amico o nemico dei circostanti organismi, dei parassiti, ecc. su ogni animale e su ogni pianta, è così noto che appare superfluo citare altri esempi. La variazione di forma, la trasformazione che viene così prodotta non è mai solo la immediata conseguenza degli influssi esterni, ma invece deve sempre essere ricondotta alla corrispondente reazione, all'attività propria dell'organismo, la quale viene designata coi nomi di abitudine, esercizio, uso o non uso degli organi. Se, per solito, si considerano questi ultimi fenomeni separatamente dai primi, ciò dipende prima dal punto di vista unilaterale che abbiamo già detto, e secondariamente dal fatto che si aveva un concetto affatto erroneo della essenza e dell'influsso dell'attività volitiva degli animali.

L'attività volitiva che negli animali sta a base dell'abitudine, dell'esercizio, dell'uso e non uso degli organi, è, come tutte le altre attività psichiche degli animali, dovuta a processi materiali che si compiono nel sistema nervoso centrale, a movimenti particolari che partono dalla materia albuminosa delle cellule gangliari e delle fibre nervose che sono connesse con queste. Sotto questo rapporto la volontà degli animali superiori, come tutte le rimanenti attività psichiche, è diversa da quella dell'uomo solo quantitativamente (non qualitativamente). La volontà dell' animale, come quella dell'uomo, non è mai libera. Il dogma sparsissimo del libero arbitrio è scientificamente affatto insostenibile. Ogni fisiologo che studi scientificamente i fenomeni dell'attività volitiva nell'uomo e negli animali viene necessariamente alla convinzione che *la volontà propriamente non è mai libera*, ma dipende sempre da influssi esterni od interni. Questi influssi sono per la maggior parte delle idee acquistate o per adattamento, o per eredità, e sono da ricondursi all'una od all' altra di queste due funzioni fisiologiche. Basta che uno scruti rigorosamente la sua propria attività volitiva senza il solito pregiudizio del libero arbitrio perchè egli si accorga che ogni atto di volontà apparentemente libero è prodotto da idee precedenti, le quali hanno la loro origine in idee ereditate o in altro modo acquistate, e perciò di nuovo prodotte in ultima analisi da leggi di adattamento o di eredità. Lo stesso dicasi della attività volitiva di tutti gli animali. Osservando quest' ultima a fondo in connessione col modo di vita di essi e nelle relazioni che essa ha colle considerazioni subite dal modo di vita in seguito alle

condizioni esterne, si arriva presto alla convinzione che non è possibile un altro concetto. Perciò anche le modificazioni del movimento volitivo, le quali tengono dietro alla variazione di nutrizione e che esercitano, sotto forma di abitudine, uso, ecc. la loro azione modificatrice, devono essere comprese fra quei processi materiali dello adattamento cumulativo.

La volontà animale adattando il corpo, colla perdurante abitudine, coll'esercizio, ecc., a mutate condizioni di esistenza può produrre le più notevoli modificazioni nelle forme organiche. Di ciò si trovano dappertutto svariatissimi esempi nella vita degli animali. Così, per esempio, si atrofizzano negli animali domestici vari organi, venendo questi in seguito al mutato modo di vita, a trovarsi fuori di attività. Le anitre ed i polli che in istato selvaggio volano egregiamente, perdono più o meno questo movimento in stato di domesticità. Essi si abituano ad usare più le loro zampe che le loro ali, ed in seguito a ciò le parti impiegate della musculatura e dello scheletro hanno notevolmente modificato la loro forma ed il loro sviluppo. Per le diverse razze di anitre domestiche, le quali tutte discendono dall'anitra selvaggia (*Anas boschas*), ciò è stato verificato dal Darwin con accuratissime misure e pesamenti comparativi delle singole parti dello scheletro. Le ossa dell'ala dell'anitra domestica sono meno sviluppate, e quelle delle zampe viceversa lo sono di più che nell'anitra selvatica. Negli struzzi ed altri corridori i quali si sono interamente disabituati dal volare, l'ala si è in seguito a ciò interamente atrofizzata, è discesa al grado di un *organo* interamente *rudimentale* (pag. 18). In molti animali domestici, specialmente in varie razze di cani e di conigli, voi osservate infine che essi, in seguito allo stato di coltura, hanno acquistate delle orecchie penzolanti. Ciò è semplicemente la conseguenza del diminuito uso dei muscoli dell'orecchio. In istato selvaggio questi animali devono ben aguzzare le orecchie per notare l'approssimarsi di un nemico, e perciò si è sviluppato un forte apparato muscolare che mantiene le orecchie in posizione eretta e le gira in ogni senso. Allo stato domestico gli stessi animali non han più bisogno di origliare così attentamente; essi girano e drizzano le orecchie solo di rado, i muscoli di esse cadono fuori d'uso, si riducono poco alla volta ed oramai le orecchie pendono floscie e diventano rudimentali.

Come in questi casi la funzione e perciò anche la forma dell'organo si riduce pel non uso, così essa d'altra parte viene più sviluppata da un maggior uso. Ciò ci appare soprattutto chiaramente quando noi paragoniamo negli animali domestici e negli animali selvatici che da essi discendono il cervello e le attività psichiche che ne derivano. Specialmente il cane ed il cavallo, i quali sono stati così notevolmente nobilitati dalla coltura, mostrano, a paragone dei loro selvaggi parenti, uno straordinario grado di sviluppo della attività psichica, e la relativa modificazione del cervello è stata evidentemente prodotta dal diuturno esercizio. Infine è universalmenle noto quanto potentemente e celeremente i muscoli crescano e variino la loro forma pel continuo esercizio. Paragonate per esempio le braccia e le gambe di un ginnasta esercitato con quelle di un uomo sedentario.

Quanto sia potente l'influsso esercitato dalle circostanze esterne sulle abitudini degli animali, e perciò anche sulle forme di essi, lo mostrano in modo molto evidente molti esempi di anfibi e rettili. La nostra più comune biscia indigena, la biscia dal collare, depone uova che abbisognano ancora di tre settimane per giungere al loro sviluppo. Se però la si tiene in schiavitù e non si sparge sabbia nella sua gabbia essa non depone le uova, ma le conserva dentro di sè finchè i giovani siano sviluppati.

La differenza fra gli animali vivipari e gli ovipari, apparentemente così importante, sparisce semplicemente col variare del suolo su cui vive l'animale.

Sono anche estremamente interessanti sotto questo rispetto le salamandre acquatiche o tritoni, che si sono obbligati a conservare le loro branchie originarie. I tritoni, anfibi, che sono prossimi parenti colle rane, posseggono come queste nella loro gioventù organi respiratorii esterni, branchie, colle quali, vivendo nell'acqua, nell'acqua stessa respirano. Più tardi interviene nei tritoni una metamorfosi, come nelle rane. Essi vanno a terra, perdono le branchie e si abituano alla respirazione polmonare. Se però vengono impediti dal far ciò tenendoli in un recipiente chiuso, essi non perdono le branchie. Esse invece si mantengono, ed il tritone si ferma per tutta la vita al grado inferiore di sviluppo che i suoi prossimi parenti, i perennibranchiati o sozobranchi, non oltrepassano mai. La salamandra acquaiuola acquista tutta la sua grossezza, diventa sessualmente matura e si riproduce senza perdere le branchie.

Destò grande interesse fra i zoologi, alcuni decenni fa, l'axolotl (*Siredon pisciformis*), salamandra branchiata del Messico, affine al tritone, la quale è nota già da lungo tempo, e che si è allevata in grande a Parigi al *Jardin des plantes*. Anche questo animale ha branchie esterne, come la larva giovanile della salamandra acquaiuola, ma, come tutti gli altri sozobranchi, le conserva per tutta la vita. Ordinariamente questo perennibranchiato rimane nell'acqua coi suoi apparati di respirazione acquatica e qui ancora si riproduce. Ora ecco che al *Jardin des plantes* di centinaia di questi animali un piccolo numero strisciarono fuori dell'acqua venendo a terra, perdettero le loro branchie e si mutarono in una forma abranchiata di salamandra che non si può più distinguere da un genere nord-americano di tritoni (*Amblystoma*) e che respira solo per polmoni. In questo mirabilissimo caso noi possiamo osservare immediatamente il grande salto da un animale con respirazione acquatica ad uno con respirazione aerea, salto che per verità nella storia dello sviluppo individuale della rana e della salamandra si può osservare ogni primavera. Ora nello stesso modo che ogni singola rana ed ogni singola salamandra è dapprima un anfibio respirante per branchie e si trasforma poi in un polmonato, così anche l'intero gruppo delle rane e delle salamandre è nato originariamente da animali respiranti per branchie affini al *Siredon*. I sozobranchi sono ancora rimasti sino al giorno d'oggi in quel grado inferiore. Anche qui l'ontogenesi spiega la filogenesi, la storia dello sviluppo individuale spiega quella dello sviluppo dell'intero gruppo (pag. 18).

Si collegano immediatamente ai fenomeni dell'adattamento cumulativo ed in parte son comprese nello stesso concetto le importanti variazioni dell'organizzazione, le quali sotto il nome di *adattamenti funzionali* sono state studiate a fondo e chiaramente spiegate da Wilhelm Roux. Il suo scritto: *Sulla lotta delle parti nell'organismo* (1881) è uno dei più importanti prodotti moderni della ricca bibliografia darwinistica. Associandosi al Lamarck, il Roux prende per punto di partenza l'azione morfologica delle funzioni fisiologiche od attività vitali. Egli verifica in quale alto grado l'uso rinforzi gli organi ed il non uso li indebolisca; il primo produce ipertrofia ed accrescimento degli organi, il secondo ne produce l'atrofia e la riduzione. A ragione egli dà gran peso all'indubbia eredità di queste modificazioni acquisite e rileva l'azione differenziante e formatrice dello stimolo funzionale. Ma sono specialmente importanti le discussioni sulle profonde modificazioni immediate che sono prodotte dall'accresciuto o diminuito esercizio degli organi nei tessuti di cui essi sono composti e nelle cellule che costituiscono i tessuti. A tali notevolissime modificazioni io avevo già accennato

nel 1866 nella mia *Morfologia generale*, cercando di ricondurre tutti gli *adattamenti* alla *nutrizione* considerata come attività fisiologica fondamentale (vol. II, pag. 193). Il Roux svolge maggiormente questo concetto e spiega a fondo l'azione trofica dello stimolo funzionale per le parti agenti attivamente o passivamente. Egli mostra per la minuta struttura delle ossa e dei muscoli, delle ghiandole e dei vasi sanguigni, come la loro disposizione così adatta al suo scopo possa originarsi immediatamente in seguito all'azione trofica dello stimolo funzionale. Da ciò risulta chiaramente come la più alta perfezione immaginabile dell'organismo possa essere prodotta immediatamente dall'attività vitale dell'organismo stesso, come una meccanica teleologica che non presuppone alcuno scopo consciente, alcun piano di struttura. Nello stesso tempo però ne risulta pure che le nuove disposizioni adatte allo scopo possono essere trasmesse direttamente per eredità senza che debba aver luogo *necessariamente* una selezione.

In istretta connessione colle due precedenti serie di fenomeni cioè coll'adattamento cumulativo e col funzionale, sta la *legge dell'adattamento correlativo*. Secondo questa legge importante non solo vengono modificate dall'adattamento attuale quelle parti dell'organismo che subiscono immediatamente le influenze esterne, ma anche altre parti che non ne sono immediatamente toccate. Ciò è una conseguenza della connessione organica e soprattutto dei rapporti uniformi di nutrizione che intercedono fra tutte le parti di ogni organismo. Se, per esempio, in una pianta coll'esposizione ad un luogo secco cresce la villosità delle foglie, questa modificazione reagisce a sua volta sulla nutrizione delle altre parti e può avere per conseguenza un accorciamento delle parti assili e con dare una forma stipata all'intera pianta. In alcune razze di porci e di cani, per esempio nel cane turco che, per adattamento ad un clima più caldo, ha perduto più o meno il suo pelame, avvenne nello stesso tempo un regresso nella dentatura. Così ancora i cetacei e gli sdentati (pangolini, armadilli, ecc.) i quali pel loro singolare integumento si sono differenziati di più dai restanti mammiferi, mostrano le massime aberrazioni nella costruzione della dentatura. In fine quelle razze di animali domestici (per esempio vitelli, porci) in cui le gambe si accorciano, acquistano anche generalmente un capo breve e schiacciato. Così, fra altre, le razze di piccioni che hanno più lunghe le zampe, si distinguono nello stesso tempo pel becco più lungo. La stessa correlazione fra la lunghezza delle zampe e quella del becco si mostra pure in modo affatto generale nell'ordine delle gralle (*grallatores*): nella cicogna, nella grù, nella beccaccia, ecc. Le correlazioni che risultano per tal modo fra diverse parti dell'organismo sono estremamente notevoli, e nei singoli casi la loro origine ci è ignota. Naturalmente noi possiamo dire in generale: le variazioni di nutrizione che colpiscono le singole parti devono necessariamente reagire sulle altre parti poichè la nutrizione di ogni singolo organismo è una funzione coerente, centralizzata. Ora però come avvenga che tale notevole correlazione interceda appunto fra questa o quella parte e quell'altra ci è nel maggior numero dei casi sconosciuto.

Noi conosciamo una gran quantità di simili correlazioni di struttura, soprattutto in quelle variazioni già citate di animali o di piante che si segnalano per la deficienza di pigmento, cioè negli albini. La mancanza della sostanza colorante solita determina qui certe variazioni nella conformazioni di altre parti; per esempio del sistema muscolare, del sistema scheletrico, di sistemi perciò che non hanno alcuna connessione immediata col sistema epidermico. Molto spesso gli animali albini sono gracili e perciò l'intera costituzione del corpo è più esile e debole che negli animali pigmentati della stessa specie. Così pure anche gli organi dei sensi ed il sistema nerveo

vengono singolarmente modificati da questa mancanza di pigmento. I gatti bianchi con occhi azzurri sono quasi sempre sordi. I cavalli bianchi si distinguono dai cavalli colorati per la loro speciale tendenza al prodursi di escrescenze sarcomatose. Anche nell'uomo il grado dello sviluppo pigmentale nell'integumento ha il massimo influsso sulla ricettività da parte dell'individuo verso certe malattie, cosicchè per esempio gli Europei dalla tinta bruna, dai capelli neri e dagli occhi bruni si acclimano più facilmente ai siti tropicali, e sono molto meno soggetti alle malattie ivi dominanti (infiammazioni del fegato, febbre gialla, ecc.) che gli Europei dalla tinta chiara, dai capelli biondi e dagli occhi azzurri (Cfr. sopra: Wells, pag. 92).

Soprattutto importanti fra queste correlazioni di struttura dei diversi organi sono quelle che intervengono fra gli organi sessuali e le rimanenti parti del corpo. Nessuna modificazione di una parte reagisce così potentemente sulle restanti parti del corpo quanto un determinato trattamento degli organi sessuali. Gli agricoltori i quali nei porci, pecore, ecc., vogliono ottenere una ricca formazione adiposa, estirpano gli organi sessuali (castrazione), il che si fa per gli animali di entrambi i sessi. In seguito a ciò avviene uno straordinario sviluppo di adipe. Lo stesso fa anche Sua Santità il papa « infallibile » pei castrati che devono cantare nella chiesa di S. Pietro in onore di Dio. Questi infelici vengono castrati nella prima gioventù perchè essi conservino le loro voci da soprano. In seguito a questa mutilazione dei genitali la laringe rimane al grado di sviluppo giovanile. Nello stesso tempo la muscolatura dell'intero corpo rimane poco sviluppata, mentre si accumula sotto la pelle una ricca quantità di adipe. Ma anche dallo sviluppo del sistema nerveo centrale della volontà, ecc., reagisce fortemente quella mutilazione, ed è noto che i castrati od eunuchi, come i maschi castrati degli animali domestici, mancano completamente di quei caratteri psichici che sono propri del sesso maschile. L'uomo stesso, corpo ed anima, è uomo solo per la sua ghiandola sessuale maschile.

Queste importantissime ed influentissime correlazioni fra gli organi sessuali e le rimanenti parti del corpo, soprattutto il cervello, si ritrovano in pari modo in ambi i sessi. Ciò è da aspettarsi già pel fatto che nella maggior parte degli animali quegli organi si sviluppano da una stessa base. Nell'uomo, come in tutti gli altri vertebrati, il fondamento originario della ghiandola sessuale o gonade è lo stesso. In un medesimo sito della cavità del corpo nascono dal suo epitelio le cellule dalla cui ripetuta divisione risultano più tardi nella femmina le cellule-uova, nel maschio le cellule seminali. In giovani embrioni (per esempio come quelli rappresentati sulle tavole II, III) non si può distinguere il sesso. Solo poco alla volta nel corso della vita embrionale (per l'uomo nella nona settimana della sua vita embrionale) appaiono le differenze fra i due sessi, sviluppandosi la gonade nella femmina in un ovario, e nel maschio in una ghiandola seminale. Ogni alterazione dell'ovario femmineo reagisce non meno notevolmente sull'intero organismo femminile di quel che non faccia ogni modificazione del testicolo per l'organismo maschile. L' importanza di questa correlazione è stata affermata dal Virchow nel suo eccellente scritto sopra « la donna e la cellula » colle parole seguenti: « la donna è appunto donna solo per la sua ghiandola generatrice; tutte le particolarità del suo corpo o del suo spirito, cioè della sua vita di nutrizione e della sua attività nervea: la morbida delicatezza e la rotondità delle sue membra colla conformazione particolare del bacino, lo sviluppo dei seni coll'arresto di sviluppo degli organi vocali, il bell'ornamento della chioma colla fine, quasi impercettibile peluria del resto della pelle e poi ancora questa

profondità di sentimento, questa vivacità di concezione, la dolcezza, l'abnegazione, la fedeltà, in breve, tutto ciò che noi in una vera donna ammiriamo e veneriamo, tutto ciò è solo una dipendenza dell'ovario. Si estirpi l'ovario ed abbiamo davanti a noi la virago in tutta la sua odiosa ibridità ».

La stessa correlazione intima fra gli organi sessuali e le rimanenti parti del corpo si trova anche nelle piante tanto generalmente come negli animali. Se da una pianta ortense si vogliono ricavare più abbondanti frutti, si limita la rigogliosità del fogliame recidendo una parte delle foglie. Se si desidera avere per contro una pianta ornamentale ricca di belle e grandi foglie, allora si impedisce la formazione di fiori e di frutti recidendo le gemme florali. In ambo i casi un sistema di organi si sviluppa a spese dell'altro. Così pure la maggior parte delle modificazioni alla formazione delle foglie vegetative trae con sè nelle piante selvaggie una corrispondente modificazione nelle parti florali generative. L'alta importanza di questa « compensazione di sviluppo », questa « correlazione delle parti » è già stata rilevata dal Goethe, da Geoffroy St.-Hilaire, e da altri filosofi della natura. Essa riposa essenzialmente su ciò che l'adattamento diretto od attuale non può modificare essenzialmente una sola parte del corpo senza agire nello stesso tempo sull'intero organismo.

L'adattamento correlativo degli organi riproduttivi colle rimanenti parti del corpo merita una menzione affatto speciale perchè più di ogni altra cosa esso è adatto a gettare viva luce sugli oscuri ed enigmatici fenomeni dell'adattamento indiretto o potenziale che abbiamo precedentemente esaminati. Poichè nello stesso modo che ogni modificazione degli organi sessuali reagisce potentemente sul resto del corpo, così a sua volta ogni profonda modificazione di un'altra parte del corpo deve naturalmente reagire più o meno sugli organi della generazione. Questa reazione però deve estrinsecarsi in modo manifesto solo nella costituzione della prole che nasce da quelle parti sessuali modificate. Appunto quelle notevoli ma impercettibili e per se stesse insignificantissime modificazioni del sistema genitale, delle uova e dello sperma che sono prodotte da simili correlazioni hanno il massimo influsso sulla costituzione della discendenza e tutti i fenomeni fin'ora ricordati dell'adattamento indiretto o potenziale possono, in ultimo essere ricondotti a questo adattamento correlativo.

Un'altra serie di bellissimi esempi di adattamento correlativo ce la offrono i diversi animali e vegetali che hanno regredito in causa del parassitismo. Nessun'altra modificazione nel modo di vita ha tanta importanza sulla forma degli organismi quanto l'abituarsi alla vita parassitica. Vediamo piante perdere così le loro verdi foglie, come per esempio le nostre piante parassite indigene: *Orobanche*, *Lathraea*, *Monotropa*. Animali che originariamente avevano vita indipendente e libera ma che poi hanno assunta una vita parassitica su altri animali o su piante, perdono dapprima l'attività dei loro organi locomotori e degli organi di senso. La perdita della funzione trae con sè la perdita degli organi dai quali essa dipendeva, e così noi troviamo per esempio molti crostacei che in gioventù possedevano un grado di organizzazione abbastanza elevato, zampe, antenne ed occhi, diventati adulti e parassiti essere di nuovo interamente degenerati, senza occhi, senza organi locomotori e senza antenne. Dalla vivace e mobile forma giovanile è nato un piccolo ammasso informe ed immobile. Solo i più importanti organi della nutrizione e della riproduzione rimangono in attività, tutto il rimanente del corpo è degenerato. Queste profonde modificazioni sono certamente in gran parte conseguenze dirette del non uso o dell'uso insufficiente degli organi, ma in parte esse devono sicuramente esser messe sul conto dell'adattamento correlativo (Cfr. tav. X e XI).

Una serie specialmente interessante di modificazioni che in più modi si rannodano colle precedenti leggi dell'adattamento diretto ci sono date dall'*adattamento mimetico* o variazione imitativa, detta abitualmente « *mimismo* ». Fra gli animali terragnoli essa si trova soprattutto negli insetti, e fra gli acquatici nei crostacei. In entrambe questi classi di animali si trovano numerose specie che sono simili ad altre specie, appartenenti ad ordini o famiglie affatto differenti, in grado tale da poter essere scambiate le une colle altre. Servono specialmente come modelli pel mimismo certi insetti (per esempio lepidotteri e loro larve) che, in causa di proprietà spiccatamente cattive, sono evitati o temuti dagli altri insetti per esempio per carne disgustosa, cattivo odore, armature di aculei, spine e simili. Ora lepidotteri e larve di più famiglie affatto differenti hanno acquistato per adattamento mimetico la stessa forma, colorazione e disegno di quelli delle altre famiglie i quali pel loro odore o gusto, per temibile aspetto o per armatura vengono sfuggiti. In generale sono specialmente temuti fra gli insetti le api e le vespe in causa del loro aculeo velenifero. Perciò vi sono insetti, di non meno di cinque o sei ordini affatto distinti, i quali poco alla volta, per scelta naturale, sono divenuti estremamente simili alle vespe; così è di certi lepidotteri (*Sesia*) e odontoceri, e poi di numerosi ditteri (mosche e moscherini), di diversi ortotteri, emitteri ed altri. La paurosa rassomiglianza colle vespe ha grande utilità per tutti questi insetti poichè essa li difende dai loro numerosi nemici e persecutori. Così pure molte innocue biscie sono diventate estremamente simili a certi serpenti velenosi, e ne hanno imitato la forma, il colore ed il disegno; così per esempio il nostro innocuo colubro liscio (*Coronella laevis*) imita la vipera velenosa (*Vipera berus*). Poichè la *rassomiglianza protettrice* in molti casi, (per esempio nella selezione omocroma) è anche causa di notevoli trasformazioni così essa può anche essere compresa in questo *adattamento mimetico* inteso nel più ampio senso.

All'adattamento diretto appartiene pure la *legge dell'adattamento divergente*. Noi intendiamo con ciò il fenomeno di parti originariamente uguali che per influsso di condizioni esterne si modificano diversamente. Questa legge d'adattamento è straordinariamente importante per spiegare la divisione di lavoro o polimorfismo. La possiamo facilmente riconoscere in noi stessi, per esempio nella funzione delle nostre due mani. La destra per solito viene abituata da noi a tutt'altri lavori che la sinistra; conseguita da questa diversa attività anche un diverso sviluppo delle due mani. La destra, che ordinariamente è molto più usata, mostra nervi, muscoli ed ossa molto più sviluppati. Lo stesso vale anche per l'intero braccio. Ossa e muscoli del braccio destro in seguito al maggior uso sono nella maggior parte degli uomini più forti e più pesanti che nel braccio sinistro. Ora poichè la preferenza data all'uso del braccio destro nella nostra razza mediterranea è stabilita ed ereditata già da millennii, così anche la più robusta forma e la maggior grandezza del braccio destro sono già divenute ereditarie. Il naturalista olandese P. Harting con misure e pesature su neonati ha dimostrato che anche in questi il braccio destro prepondera già sul sinistro.

Secondo la stessa legge dell'adattamento divergente anche i due occhi hanno spesso un differente sviluppo. Se, per esempio, un naturalista si abitua ad osservare al microscopio sempre con un solo occhio (meglio col sinistro), quell'occhio acquista qualità differenti dall'altro e questa divisione di lavoro è di grande vantaggio. L'uno degli occhi acquista vista breve, adattata per vedere da vicino, l'altr'occhio diventa

più acuto per la visione in lontananza. Se per contro si osserva al microscopio alternatamente coi due occhi allora non si raggiunge in un occhio il grado di miopia, e nell'altro il grado di presbitismo che si possono avere dividendo nel modo voluto queste due funzioni visive fra i due occhi. Anche qui dapprima l'abitudine, la funzione, l'attività di organi originariamente uguali per forma si fa divergente, ma la funzione a sua volta reagisce ancora sulla forma e sull'intima struttura dell'organo.

Fra le piante noi possiamo specialmente osservare con gran facilità l'adattamento divergente nelle piante rampicanti. Rami di una stessa pianta rampicante, che originariamente hanno uguale costituzione, acquistano forma ed estensione affatto diverse, grado di curvatura e diametro della spira affatto diversi secondo che essi si attorcigliano attorno ad un bastone più esile o più grosso. Così pure in molti altri casi si può verificare il fatto che le diverse modificazioni di forma di parti originariamente uguali si sviluppano in direzioni divergenti sotto condizioni diverse. Interferendo poi questo adattamento divergente coll'eredità progressiva esso diviene la causa della divisione di lavoro e di forma dei varii organi.

Un'ottava ed ultima legge d'adattamento può essere chiamata *la legge dell'adattamento illimitato od infinito*. Con ciò noi vogliamo semplicemente dire che non ci è noto alcun limite per la variazione delle forme organiche in seguito all'influsso delle condizioni esterne di esistenza. Di nessuna singola parte dell'organismo noi possiamo affermare che non sia più variabile, che, se la si portasse sotto nuove condizioni esterne, non ne sarebbe più modificata. Giammai noi non abbiamo potuto constatare per esperienza un limite per la variazione. Quando, per esempio, un organo degenera per non uso, questa degenerazione va in ultimo sino alla completa sparizione dell'organo, come è il caso per gli occhi di molti animali. D'altra parte pel continuo esercizio ed abitudine e per sempre crescente uso di un organo, noi possiamo perfezionarlo in un grado che noi *a priori* avremmo creduto impossibile. Se si paragonano gli incolti selvaggi coi popoli inciviliti, si trova in essi una perfezione degli organi di senso, vista, olfatto, udito, tale che i popoli civili non l'immaginano. Viceversa nei popoli di più alta civiltà il cervello, l'attività psichica sono sviluppati in un grado di cui i selvaggi non hanno idea.

Per verità sembra che per ogni organismo un limite di adattabilità sia dato dal tipo del suo stipite o *phylum*, cioè dai caratteri essenziali fondamentali che sono stati ereditati dal progenitore comune di esso e trasmessi per eredità conservativa a tutti i suoi discendenti. Così, per esempio, un vertebrato non può mai invece del caratteristico midollo spinale dei vertebrati acquistare la catena gangliare ventrale degli articolati. Ma entro alla forma fondamentale ereditaria, entro a questo tipo che non si può perdere, il grado di adattabilità è illimitato. La pieghevolezza e la plasticità della forma organica si estrinseca entro questi limiti liberamente in ogni direzione, e con una estensione affatto illimitata. Vi sono però alcuni animali, per esempio crostacei e vermi degenerati per parassitismo, che sembrano persino valicare quei limiti di tipo e che in seguito a degenerazioni spinte ad un grado incredibile hanno perduti tutti i caratteri essenziali del loro tipo.

La stessa adattabilità dell'uomo, come quella di tutti gli animali, è similmente illimitata, e, poichè essa nell'uomo si manifesta soprattutto nella modificazione del cervello, è impossibile dare alla nostra facoltà di apprendere dei limiti che l'uomo non potrebbe sorpassare con un ulteriore sviluppo progressivo della mente. Perciò anche l'uomo, per la legge dell'adattamento illimitato ha nel futuro una infinita

prospettiva pel suo perfezionamento. Da questa considerazione si vede quanto sia mancante di fondamento il noto « *ignorabimus* » che il fisiologo berlinese Du Bois-Reymond nel suo celebre discorso del 1873 « sui limiti del riconoscimento naturale » ha opposto senza ragione ai progressi della scienza. Contro questo famoso « *ignorabimus* » di cui l'oscurantismo clericale ha fatto il suo segnacolo, ho già protestato nel 1874 nella mia *Antropogenesi* (50) non meno che nel mio scritto *Sulla libera scienza e libero insegnamento* (51). Queste considerazioni sono ben sufficienti a far risaltare la portata delle leggi d'adattamento e a dar loro il massimo peso. Le leggi d'adattamento hanno altrettanta importanza quanto le leggi dell'eredità. Tutti i fenomeni d'adattamento si lasciano ricondurre in ultima analisi ai rapporti di nutrizione dell'organismo allo stesso modo che i fenomeni d'eredità sono fondati sulle relazioni della riproduzione; tanto questi come quelli si devono però ulteriormente ricondurre a cause fisiche e chimiche, cioè a cause meccaniche. Colla loro semplice azione reciproca nascono, secondo la teoria darwiniana della selezione, quelle modificazioni degli organismi che sono prodotte allo stato di cultura dalla scelta artificiale ed allo stato di natura dalla scelta naturale.



UNDECIMA CONFERENZA

La selezione naturale mediante la lotta per la vita. Selezione cellulare e selezione personale.

Azione reciproca delle due tendenze organiche formatrici, l'eredità e l'adattamento. — Selezione naturale ed artificiale. — Lotta per la vita o lotta per le condizioni di esistenza. — Sproporzione fra il numero degli individui possibili (potenziali) e quello degli individui reali (attuali). — Complicatezza delle relazioni reciproche fra gli organismi affini. — Modo di agire della selezione naturale. — Selezione omocroma come causa delle colorazioni simpatiche. — Selezione sessuale come causa dei caratteri sessuali secondarii. — La lotta delle parti nell'organismo (secondo Roux). — Origine funzionale spontanea delle strutture rispondenti allo scopo. — Meccanica teleologica. — Selezione cellulare (protisti) e selezione personale (istoni). — Selezione delle cellule e dei tessuti. — Il principio della selezione in Empedocle. — Origine meccanica di ciò che è corrispondente ad uno scopo da ciò che non l'è. — Portata filosofica del Darwinismo.

Signori!

Per giungere ad intendere rettamente il Darwinismo è prima di tutto necessario di aver ben presenti le due funzioni organiche che noi abbiamo considerato nelle ultime conferenze, cioè l'*eredità* e l'*adattamento*. Se non si ha ben presente da un lato la natura puramente meccanica di queste due attività fisiologiche e l'azione molteplice delle loro diverse leggi, e se non si considera d'altra parte quanto debba necessariamente esser complicata la correlazione fra le diverse leggi d'adattamento e di eredità, non si può concepire che queste due funzioni da sè sole abbiano potuto produrre tutta le molteplicità delle forme animali e vegetali; e tuttavia il fatto in realtà sussiste. Finora almeno noi non siamo stati in grado di trovare altre cause formatrici fuori di queste due; e se noi comprendiamo rettamente la necessaria ed infinitamente complicata relazione reciproca fra l'eredità e l'adattamento non abbiamo nemmeno alcun bisogno di andar cercando altre cause incognite della modificazione delle forme organiche. Quelle due cause fondamentali ci appaiono allora interamente sufficienti.

Già da tempo, molto prima che il Darwin avesse stabilita la sua teoria della selezione, alcuni naturalisti, specialmente il Goethe, ritennero come causa della molteplicità delle forme organiche l'azione combinata di due diverse tendenze formatrici, l'una conservativa, l'altra modificante o progressiva. Il Goethe chiamò la prima tendenza centripeta o di specificazione, la seconda tendenza centrifuga, o tendenza alla metamorfosi (pag. 54). Queste due tendenze corrispondono completamente alle due funzioni dell'eredità e dell'adattamento. *L'eredità è la forza formatrice centripeta od interna;* per essa le forme organiche vengono mantenute nelle loro specie, i discendenti vengono fatti uguali ai loro genitori, e per lunghe generazioni vengono sempre prodotte forme uguali. Per contro l'*adattamento*, che agisce all'opposto della

eredità, *è la forza formatrice centrifuga od esterna;* dai notevoli influssi dell'ambiente le forme organiche vengono modificate, nuove forme sono prodotte da quelle esistenti, e la fissità delle specie viene infine rimossa. Secondo che viene a preponderare l'eredità o l'adattamento, la forma della specie rimane costante oppure si trasforma in una nuova specie. *Il grado di costanza che esiste in ogni istante nelle diverse specie di animali o piante è semplicemente il risultato necessario della momentanea preponderanza che una di queste due tendenze formatrici o funzioni fisiologiche ha acquistato sull'altra.*

Se noi ora ritorniamo a considerare il processo di selezione di cui noi già nella settima conferenza abbiamo studiate le basi, riconosceremo ora in modo più chiaro e determinato che tanto la scelta artificiale che la naturale riposano unicamente sull'azione combinata di queste due forze o funzioni formative. Se voi osservate bene qual sia il modo d'agire dell'allevatore, agricoltore o giardiniere, voi riconoscerete che egli per produrre nuove forme utilizza solo quelle due forze formatrici. Anzi, tutta l'azione dell'allevamento artificiale non riposa che sulla pensata e ragionevole applicazione delle leggi d'adattamento e d'eredità, nell'utilizzarle e regolarle con arte e metodo. In ciò la forza allevatrice, selezionante, è la volontà umana perfezionata.

In modo affatto simile procede la scelta naturale. Anche questa utilizza solo quelle due forze formatrici organiche, le funzioni fisiologiche dell'adattamento e dell'eredità, per produrre le diverse specie. Però quel principio allevatore, quella forza selezionante che nell'allevamento artificiale è rappresentata dalla conscia *volontà dell'uomo*, la quale agisce secondo un piano, nell'allevamento naturale si è la *lotta per la vita* la quale è inconscia ed agisce senza scopo. Che cosa s'intenda per « lotta per la vita » l'abbiamo già dichiarato nella settima conferenza. Appunto l'aver riconosciuta la sua importanza è uno dei maggiori meriti del Darwin. Però siccome essa viene spesso compresa in modo imperfetto o falso, è necessario esaminarla ora più da vicino e spiegare con alcuni esempi l'azione della lotta per la vita e la parte che essa ha nella scelta naturale.

Nel considerare la lotta per la vita noi siamo partiti dal fatto che il numero dei germi prodotti da tutti gli animali e vegetali è infinitamente più grande che il numero degli individui che veramente entrano in vita e che in essa possono mantenersi per un tempo più o meno lungo. La più gran parte degli organismi producono durante la loro vita migliaia o milioni di germi da ognuno dei quali, in condizioni favorevoli, potrebbe svilupparsi un nuovo organismo. Nella più gran parte degli animali o vegetali questi germi sono vere uova, cioè cellule che per la loro ulteriore evoluzione richiedono la fecondazione sessuale. Invece molti protisti, molti di quegli infimi organismi unicellulari che non sono veri animali nè vere piante, si propagano solo asessualmente; le loro cellule-germi o spore non richiedono alcuna fecondazione. In tutti i casi il numero di questi germi, sia asessuati che sessuati, è fuor di proporzione col relativamente piccolo numero degli individui realmente viventi.

All'ingrosso il numero degli animali e piante che vivono su questa terra rimane in complesso il medesimo. Il numero dei posti nell'economia naturale è limitato, e nella maggior parte dei punti della superficie terrestre questi posti sono sempre quasi tutti occupati. Certamente tutti gli anni si trovan sempre delle oscillazioni nel numero assoluto e relativo degli individui di tutte le specie. Ma in somma queste oscillazioni non hanno che piccola importanza di fronte al fatto che il numero totale degli individui rimane in complesso quasi costante. Il cambiamento che si trova

dappertutto consiste in ciò che in un anno questa e in un altro anno quella serie di animali o piante prepondera e che ogni anno la lotta per la vita modifica ancora alquanto questi rapporti. Ogni singola specie di animali o piante in breve tempo popolerebbe fittamente l'intera superficie terrestre se essa non avesse da combattere con una quantità di nemici e di influssi maligni. Già Linneo calcolava che, se una pianta d'un anno producesse solo due semi (e non ve n'è alcuna che ne produca così pochi), essa in 20 anni avrebbe già dato un milione di individui. Il Darwin calcolò dell'elefante il quale fra tutti gli animali sembra essere il più lento a riprodursi, che in 500 anni la progenie di un solo paio arriverebbe già a 15 milioni, presupposto che ogni elefante durante il tempo della sua fecondità (da 30 a 90) producesse solo tre paia di nati. Così pure il numero degli uomini, se si prende per base la media della prolificità, e se nessun impedimento si opponesse alla naturale moltiplicazione, in 25 anni si sarebbe già raddoppiato. In ogni secolo il numero totale della popolazione umana si sestuplicherebbe. Ora, come è noto, il numero complessivo degli uomini cresce invece molto lentamente e l'aumento di popolazione è diverso nei vari siti. Mentre le razze europee si espandono sull'intero globo terrestre, altre razze si estinguono; anzi persino intere specie del genere umano si avvicinano d'anno in anno alla loro completa sparizione. Ciò è vero soprattutto per le pelli-rosse dell'America ed anche per i neri aborigeni dell'Australia. Anche se questi popoli si moltiplicassero più abbondantemente che la razza bianca europea, essi soccomberebbero tuttavia tosto o tardi nella lotta per la vita con quella. Però di tutti gli individui umani, come di quelli di tutti gli altri organismi, il numero di gran lunga maggiore perisce nei primi periodi della vita; dell'enorme massa di germi generati da ogni specie assai pochi riescono realmente a svilupparsi e di questi pochi è ancora solo una piccola frazione quella che raggiunge l'età in cui essa può riprodursi (Cfr. pag. 89).

Da questa sproporzione fra l'enorme sovrabbondanza dei germi organici ed il piccolo numero degli individui eletti che veramente possono seguitare a sussistere l'un presso all'altro segue per necessità quella generale guerra per la vita, quel continuo lottare per l'esistenza, quell'incessante gara per le necessità della vita della quale già nella settima conferenza vi ho tracciato un quadro. Si è quella lotta per la vita quella che esercita la scelta naturale, quella che utilizza nell'allevamento l'azione reciproca dell'eredità e dell'adattamento e che con ciò lavora a modificare costantemente tutte le forme organiche. In quella lotta per raggiungere le condizioni necessarie dell'esistenza avranno sempre la vittoria sui loro competitori quegli individui che posseggono qualche vantaggio individuale, qualche proprietà utile che manca agli altri concorrenti.

Per vero gli è solo nel minor numero dei casi, solo per gli animali o vegetali più noti, che noi possiamo farci un concetto approssimativo del modo infinitamente complicato con cui interferiscono fra loro le innumerevoli contingenze che qui si presentano. Pensate solo quanto siano infinitamente molteplici ed intricate le relazioni di ogni singolo uomo cogli altri uomini e d'altronde con tutto il mondo esterno che lo circonda. Ora simili relazioni intercedono anche fra tutti gli animali e piante, che vivono insieme in uno stesso sito. Ogni animale, come ogni pianta, lotta direttamente con una quantità di nemici, specialmente con animali da preda e parassiti. Le piante che stanno insieme lottano l'una coll'altra per lo spazio di terreno di cui le loro radici abbisognano, per la necessaria quantità di luce, d'aria, d'umidità, ecc. Così pure gli animali di una stessa località gareggiano l'uno coll'altro pel loro nutrimento, per l'abitazione, ecc.

In questa lotta estremamente vivace e complicata ogni più piccolo vantaggio personale può decidere a favore del suo possessore. Questo singolo individuo privilegiato rimane vincitore nella lotta e si riproduce, mentre i suoi competitori periscono prima di giungere a riproduzione. Il vantaggio personale che gli diede la vittoria viene trasmesso ai suoi discendenti e, col suo ulteriore fissamento e perfezionamento, può essere causa della formazione di una nuova specie.

Le relazioni reciproche infinitamente intricate le quali intercedono fra gli individui di una stessa località e che devono essere considerate come le condizioni vere della lotta per la vita ci sono in massima parte ignote e generalmente sono molto difficili a scrutare. Solo in singoli casi noi abbiamo sinora potuto seguirli fino ad un certo punto, così, per esempio, nel caso citato dal Darwin delle relazioni fra i gatti ed il trifoglio rosso in Inghilterra. La specie rossa di trifolio (*Trifolium pratense*), che costituisce in Inghilterra una delle migliori piante da foraggio per le bovine, ha bisogno, per arrivare alla fruttificazione, di essere visitata dai calabroni. Questi insetti suggendo il miele dal fondo dei fiori di trifoglio portano il polline a contatto collo stimma, e con ciò determinano la fecondazione del fiore che senza di essi non si effettua mai. Il Darwin ha mostrato con esperimenti che il trifoglio rosso che venga isolato dai calabroni non produce un sol seme. Il numero dei calabroni dipende dal numero dei loro nemici, fra i quali i topi campestri sono i più nocivi. Quanto più i topi campestri pigliano il sopravvento, tanto meno il trifoglio viene fecondato. A sua volta il numero dei topi campestri dipende dal numero dei loro nemici, cui appartengono soprattutto i gatti. Perciò nella vicinanza dei villaggi e delle città, dove vengono tenuti molti gatti, vi è un numero specialmente abbondante di calabroni. La presenza di un gran numero di gatti è dunque evidentemente vantaggiosa alla fecondazione del trifoglio. Si può ora, come ha fatto Karl Vogt, rannodare a questo esempio ancora altre considerazioni. Infatti il bestiame, che si pasce del trifoglio rosso, è una delle basi più importanti del benessere dell'Inghilterra. Gli Inglesi conservano la loro energia corporea e mentale soprattutto perchè si nutrono in gran parte di buonissima carne, specialmente di eccellenti *rostbeaf* e *beafsteak*. A questo eccellente nutrimento animale devono gli Inglesi in gran parte la loro predominanza cerebrale e mentale sopra le altre nazioni. Ma gli è evidente che questa dipende indirettamente dai gatti i quali perseguitano i topi campestri. Si può ancora coll'Huxley risalire alle vecchie zitelle che han soprattutto cura dei gatti e che con ciò son di grande importanza pel fecondamento del trifoglio e pel benessere dell'Inghilterra. In questo esempio voi potete vedere che quanto più lo si segue tanto più s'ingrandisce il cerchio delle azioni e dei rapporti reciproci. Ora si può affermare nettamente che per ogni pianta e per ogni animale esiste una quantità di tali rapporti reciproci. Noi siamo raramente in grado di ricostruire la loro catena e considerarla nelle sue connessioni come qui almeno approssimativamente è il caso.

Un altro notevole esempio di importanti correlazioni è, secondo il Darwin, il seguente: Nel Paraguay non si trovano vitelli e cavalli rinselvatichiti come nelle prossime terre del Sud-America al nord ed al sud del Paraguay. Questo strano fatto si spiega semplicemente con ciò che in questa terra è molto comune una piccola mosca la quale ha l'abitudine di deporre le sue uova nell'ombilico dei vitelli e cavalli neonati. Questi neonati muoiono in seguito a quell'attacco e quella piccola mosca temuta è la causa per cui i vitelli ed i cavalli in questo distretto non rinselvatichiscono mai. Supposto che quella mosca venisse distrutta da qualche uccello insettivoro, allora

nel Paraguay questi grossi mammiferi rinselvaticherebbero in quantità come nelle vicine terre del Sud-America, e, poichè essi rovinano una quantità di determinate piante, tutta la flora ed in seguito a ciò ancor tutta la fauna di questa terra cambierebbe. Non occorre dire che con ciò anche l'intera economia ed insieme il carattere della popolazione umana dovrebbero pure variare. Lo stesso vale per la mosca Tse-Tse in Africa.

Per tal modo la prosperità ed anche l'esistenza di intere popolazioni può essere indirettamente dipendente da una sola, piccola e per sè insignificantissima forma di animale o di pianta. Vi sono piccole isole oceaniche la cui popolazione umana vive essenzialmente solo di una specie di palma. La fecondazione di questa palma è sopra tutto determinata da insetti che trasportano la polvere pollinica dai palmizi maschili ai femminili. L'esistenza di questi insetti utili è messa in pericolo da uccelli insettivori che dal loro lato sono poi perseguitati da rapaci. Ora i rapaci soggiaciono spesso agli attacchi di un piccolo acaro parassita che si sviluppa a milioni nel loro piumaggio. Questo piccolo parassita pericoloso può a sua volta venir ucciso da funghi parassiti. Funghi, rapaci ed insetti favorirebbero in tal caso il prosperare delle palme con vantaggio degli uomini; acari, ed uccelli insettivori invece lo pregiudicherebbero.

Interessanti esempi per il variare delle correlazioni nella lotta per la vita ce li offrono eziandio quelle isole oceaniche segregate ed inabitate dagli uomini su cui a diverse riprese furono dai marinai esposte delle capre e dei porci. Queste bestie rinselvatichirono e per mancanza di nemici si moltiplicarono presto oltre misura cosicchè ne soffrì tutta la rimanente popolazione animale e vegetale e che alfine l'isola fu quasi mutata in deserto, mancando il nutrimento sufficiente ai grandi mammiferi che si moltiplicavano troppo. In alcuni casi sopra simili isole popolate a dismisura da capre e da porci vennero più tardi importati dai marinai un paio di cani che si trovarono molto bene in una simile sovrabbondanza di nutrimento e a lor volta si moltiplicarono molto rapidamente diradando terribilmente quei greggi cosicchè dopo un certo numero d'anni ai cani stessi mancò il nutrimento ed anch'essi vennero quasi ad estinguersi. Così muta costantemente nell'economia della natura l'equilibrio delle specie secondochè l'una o l'altra specie si moltiplica a spese delle rimanenti.

Nel massimo numero dei casi per verità i rapporti reciproci delle diverse specie di animali e di piante sono troppo intricati per poterli seguire ed io lascio a voi stessi la cura di immaginarvi il complicato ingranaggio che entra in azione in ogni punto della terra in seguito a questa lotta. In ultima istanza le molle che producono la lotta e che in diversi siti la modificano e le dànno diverso aspetto sono le tendenze della propria conservazione, e cioè tanto della conservazione degli individui (movente della nutrizione) quanto della conservazione della specie (movente della riproduzione). Sono questi due moventi fondamentali della conservazione organica di cui lo stesso Schiller, l'idealista (non Goethe, il realista!), dice:

Einstweilen bis den Bau der Welt
Philosophie zusammenhält,
Erhält sich ihr Getriebe
Durch Hunger und durch Liebe.[1]

Sono questi due forti moventi fondamentali quelli che col loro diverso sviluppo nelle diverse specie dànno aspetti così straordinariamente multiformi alla lotta per la

[1] Frattanto, finchè la filosofia non regga la costituzione del mondo, il meccanismo di esso si mantiene per mezzo della fame e dell'amore.

vita e che stanno a base dei fenomeni dell'eredità e dell'adattamento. Noi potremmo ricondurre ogni eredità alla riproduzione, ogni adattamento alla nutrizione come a loro cause materiali fondamentali.

La lotta per la vita nella scelta naturale agisce selezionando nello stesso modo che fa la volontà dell'uomo nell'allevamento artificiale. Ma quest'ultima agisce con suo scopo e coscientemente, quella senza scopo e incoscientemente. Questa importante differenza fra la scelta naturale e l'artificiale merita speciale attenzione. Perchè per essa noi impariamo a conoscere *perchè disposizioni conformi ad uno scopo possano esser prodotte tanto da cause meccaniche agenti senza scopo, quanto da cause finali agenti con iscopo determinato.* I prodotti della scelta naturale sono altrettanto e meglio adattati ad uno scopo che i prodotti artificiali dell'uomo, e tuttavia essi devono la loro origine non ad una forza creatrice agente con uno scopo ma ad una contingenza meccanica inconscia ed operante senza scopo. Se non si ha meditato profondamente sull'azione reciproca dell'eredità e dell'adattamento sotto l'influsso della lotta per la vita non si possono aspettare da questo processo naturale d'allevamento gli effetti che realmente esso produce. È dunque conveniente di citare qui un paio di esempi dell'efficacia della scelta naturale.

Consideriamo dapprima la *selezione omocroma* o « scelta dei colori simpatici » degli animali messa in luce dal Darwin. Già vari naturalisti avevano trovato strano che numerosi animali mostrino in complesso la stessa colorazione che il luogo d'abitazione o l'ambiente in cui essi costantemente si trattengono. Così, per esempio, gli afidi e molti altri insetti viventi sulle foglie sono colorati in verde. Gli abitatori dei deserti, topi saltatori, volpi del deserto, gazzelle, leoni, ecc., sono generalmente colorati in giallo o giallo-bruno come la sabbia dei deserti. Gli animali polari, che vivono sul ghiaccio e sulla neve, sono bianchi o grigi, come il ghiaccio e la neve. Molti di questi mutano il loro colore in estate ed in inverno. In estate, quando la neve in parte scompare, il pelame di questi animali polari divien grigio-bruno o nerastro come il nudo suolo, mentre nel verno esso diventa nuovamente bianco. Le farfalle ed i colibrì che aleggiano intorno ai fiori brillanti e colorati somigliano a questi nella loro colorazione. Ora il Darwin spiega questo notevole fatto semplicemente con ciò che una simile colorazione che concorda con quella della dimora è di grande utilità ai singoli animali. Se questi animali sono animali predatori potranno molto più sicuramente avvicinarsi non visti all'oggetto che appetiscono e così pure gli animali inseguiti da essi potranno molto più facilmente sfuggire allorquando essi si distinguano il meno possibile nella colorazione del loro ambiente. Se dunque originariamente una specie di animale presentasse variazioni in tutte le tinte, quegli individui la cui colorazione fosse stata la più simile a quella dell'ambiente sarebbero stati i più favoriti nella lotta per la vita. Essi sarebbero rimasti inosservati, si sarebbero conservati e riprodotti mentre le varietà o gli individui altrimenti colorati soggiacevano.

Per mezzo della stessa scelta omocroma ho cercato nella mia *Morfologia generale* di spiegare la meravigliosa rassomiglianza coll'acqua che hanno gli animali ialini pelagici, il fatto mirabile che la maggior parte degli animali pelagici, cioè di quelli che vivono alla superficie su alto mare sono azzurrognoli od interamente incolori e trasparenti a mo' di vetro come è l'acqua stessa. Simili animali incolori, vitrei si trovano nelle più differenti classi. Qui si schierano tra i pesci gli elmichtidi attraverso il cui corpo ialino si può leggere lo scritto di un libro; fra i molluschi i pteropodi e le carinarie; fra i vermi le alciopi e le sagitte; fra i tunicati le salpe ed i botrilli; infine

numerosissimi crostacei pelagici e la massima parte degli acalefi (meduse, beroe, ecc.). Tutti questi animali pelagici che vivono alla superficie del mare aperto sono ialini ed incolori come l'acqua stessa, mentre i loro più prossimi affini che vivono sul fondo del mare sono colorati ed opachi come gli animali terragnoli. Anche questo fatto notevole si spiega come la colorazione simpatica degli animali terrestri per mezzo della scelta naturale. Fra i progenitori degli animali pelagici cristallini che mostravano un diverso grado di scoloramento e di trasparenza, quelli che erano più incolori e trasparenti saranno stati manifestamente i più favoriti della vivace lotta per la vita che ha luogo alla superficie del mare. Essi poterono più facilmente di tutti avvicinarsi inosservati alla loro preda e più di tutti passarono essi stessi inosservati dai loro nemici. Essi poterono più facilmente conservarsi e riprodursi che i loro più colorati ed opachi affini; finalmente, per l'accumularsi dell'adattamento e dell'eredità, per il continuarsi della selezione naturale durante molte generazioni, il corpo raggiunse poi quel grado di trasparenza vitrea e di scoloramento che noi ora ammiriamo nei numerosi animali ialini pelagici.

Non meno interessante ed istruttiva della scelta omocroma, è quella specie di scelta naturale che il Darwin chiama *scelta sessuale;* per essa si spiega particolarmente l'origine dei così detti « caratteri sessuali secondari ». Abbiamo già anteriormente menzionati questi caratteri sessuali secondarii che sotto tanti rapporti sono molto istruttivi; noi intendiamo sotto questo nome quelle particolarità degli animali e delle piante le quali appartengono solo ad uno dei due sessi e che non stanno in immediata relazione colla vera funzione riproduttiva (Cfr. sopra p. 112). Di tali caratteri sessuali secondarii se ne trova una grande varietà negli animali superiori. Tutti voi sapete quanto sia notevole la differenza di colore e di grandezza che distingue fra loro i due sessi in molti uccelli e lepidotteri. Qui generalmente il sesso maschile è il più grande e più bello. Spesso esso possiede speciali ornamenti od armi, come, per esempio, lo sperone e il collare di piume del gallo, le corna del cervo e del daino maschio, ecc. Tutte queste particolarità di uno dei sessi non hanno immediatamente nulla da fare colla riproduzione stessa la quale dipende dai « caratteri sessuali primarii », i veri organi sessuali.

L'origine di questi notevoli « caratteri sessuali secondarii » viene spiegata dal Darwin semplicemente colla selezione che accade nella riproduzione di questi animali. Nel maggior numero degli animali il numero degli individui dei due sessi è più o meno disuguale; o è maggiore il numero degli individui maschi o quello dei femminei, e, quando avvicina l'epoca della riproduzione, ha luogo ordinariamente una lotta fra i diversi concorrenti per ottenere gli animali dell'altro sesso. È noto con qual energia ed ardore venga combattuta questa lotta appunto negl' animali superiori, i mammiferi e gli uccelli, specialmente fra quelli che vivono in poligamia. Nei gallinacei, dove per un maschio ci son parecchie femmine, ha luogo una viva lotta fra i concorrenti maschi per riunire il maggior *harem* che sia possibile. Lo stesso vale per molti ruminanti. Nei cervi e daini, per esempio, al tempo della riproduzione si accendono tremende lotte fra i maschi, per il possesso delle femmine. I caratteri sessuali secondarii che segnalano qui i maschi, le corna del cervo e del daino, che mancano nelle femmine, sono, secondo il Darwin, il risultato di questa lotta. Non è qui dunque, come nella lotta per l'esistenza individuale, la conservazione propria ma la conservazione della specie, la riproduzione, quella che è il motivo e la causa determinante della lotta. V'ha una gran quantità d'armi che furono acquistate per tal modo dagli animali, tanto

armi passive di difesa quanto armi attive d'offesa. Una di queste armi difensive è senza dubbio la criniera del leone, che manca alle femmine; essa costituisce un efficace mezzo di difesa contro i morsi che i maschi cercano di farsi a vicenda quando lottano per le femmine, e perciò i maschi che son muniti di più folta criniera sono i più favoriti nella lotta sessuale. Una simile arma di difesa è la giogaia del toro e il collare di piume del gallo. Sono per contro armi attive d'offesa le corna del cervo, le zanne del cinghiale, lo sperone del gallo, e la mandibola superiore sviluppata dal cervo volante; tutti istrumenti che nella lotta dei maschi pel possesso delle femmine servono per uccidere o disperdere i competitori.

In questi ultimi casi è un'immediata lotta mortale fra i competitori quella che determina la formazione dei caratteri sessuali secondarii. Oltre a questa pugna fatale immediata sono anche molto importanti nella scelta sessuale le gare più indirette che valgono più o meno a modificare i singoli concorrenti. Queste consistono soprattutto in ciò che uno dei sessi cerca di piacere all'altro per ornamenti esterni, per bellezza, o per voce melodiosa. La bella voce degli uccelli cantatori si è indubbiamente originata per questa via. In molti uccelli ha luogo una vera gara di canto fra i maschi che lottano pel possesso delle femmine. Di molti uccelli cantatori si sa che all'epoca della riproduzione i maschi si radunano numerosi davanti alle femmine e davanti ad esse fanno risuonare il loro canto e che allora le femmine scelgono a loro sposo quel cantore che loro è più gradito. In altri uccelli cantatori i singoli maschi sciolgono il loro canto nella solitudine della foresta per richiamare le femmine, e queste seguono l'attraente richiamo. Una simile gara musicale, che veramente è meno melodiosa, ha luogo presso le cicale e le cavallette. Nelle cicale il maschio ha all'addome due strumenti timpaniformi e con essi produce quei suoni striduli che gli antichi Greci, cosa strana, apprezzavano come una bella musica. Nelle cavallette i maschi, parte fregando le zampe posteriori come archi da violino contro le elitri, parte fregando insieme le elitre stesse, producono suoni che per noi veramente non son melodici ma che però piacciono tanto alle cavallette femmine che esse si cercano il maschio che stridula meglio.

In altri insetti ed uccelli non è il canto o in generale la musicalità ma sibbene l'ornamento o la bellezza dell'uno dei sessi ciò che attira l'altro. Così noi troviamo che nel più dei gallinacei i maschi si segnalano per lobi cutanei sul capo o per una bella coda che essi espandono a ruota, come, per esempio, nel pavone e nel tacchino. Anche la magnifica coda del pavone è un ornamento esclusivo del sesso maschile. Così pure, presso molti altri uccelli e presso moltissimi insetti, sopratutto lepidotteri, i maschi si distinguono dalle femmine per colori speciali od altri ornamenti. Questi sono certamente prodotti della scelta sessuale. Poichè queste seduzioni, questi ornamenti, mancano alle femmine, noi dobbiamo concludere che essi furono acquisiti solo poco alla volta dai maschi nella gara pel possesso delle femmine nel che le femmine operarono come selettrici.

Da voi stessi potete facilmente applicare questa interessante conclusione alla società umana. Certamente anche qui le stesse cause hanno esercitata la loro azione nel produrre i caratteri sessuali secondarii. Tanto i pregi che segnalano l'uomo quanto quelli che distinguono la donna devono certamente in gran parte la loro origine alla scelta sessuale fatta dall'altro sesso. Nell'antichità e nel medio-evo, specialmente nell'età romantica della cavalleria, erano i combattimenti mortali diretti, i tornei e i duelli, quelli che determinavano la scelta dello sposo; il più forte si

recava a casa la sposa. Ai tempi moderni invece son più in favore le gare indirette fra i rivali nelle quali nella nostra società così detta « raffinata » e « civilissima » vengono impiegati i talenti musicali, strumentali o vocali o vezzi corporali, naturale bellezza od ornamento artificioso. Ma di gran lunga la più importante fra queste diverse forme della scelta sessuale umana è quella che ne è la forma più nobilitata, cioè la *selezione psichica* in cui le qualità spirituali agiscono come determinanti su un sesso a favore dell'altro. L'uomo più nobilitato dalla civiltà, col lasciarsi guidare per molte generazioni nella scelta della sua compagna dai pregi psichici e col trasmettere questi alla discendenza, riuscì più che con ogni altro mezzo a scavare il profondo abisso che presentemente lo divide dai più rozzi popoli allo stato di natura e dai nostri comuni progenitori animali. Certamente la parte che spetta al perfezionarsi della scelta sessuale ed anche quella che spetta alla progressiva divisione di lavoro fra i due sessi è nell'uomo molto importante, ed io credo che qui sia da cercarsi una delle più potenti cause che determinarono l'origine filogenetica e l'evoluzione storica del genere umano. Il Darwin nel suo interessantissimo lavoro apparso nel 1871 *Sulla origine dell'uomo e la scelta sessuale* (48), ha trattato in modo ingegnosissimo questo soggetto e l'ha spiegato con notevolissimi esempi.

La straordinaria importanza che spetta alla lotta per la vita ed alla scelta naturale che ne deriva nell'evoluzione del mondo organico, nel corso degli ultimi tre decenni dopo la scoperta fattane dal Darwin, è stata sempre più riconosciuta. Ma per solito con ciò si ha solamente riguardo alle condizioni della vita e della formazione degli individui indipendenti. Tuttavia non è meno importante, anzi in fondo ha importanza molto più grande e generale, la lotta per l'esistenza la quale ha luogo dappertutto e da ogni parte fra tutti gli elementi costitutivi degli individui; in fondo il modificarsi di questi non è già altro che il risultato complessivo della evoluzione speciale di tutte le loro parti costituenti.

Il Darwin stesso non si è addentrato particolarmente nell'esame di queste modificazioni strutturali. La prima esposizione estesa, la prima dichiarazione critica di esse ci è stata data nel 1881 dal prof. Wilhelm Roux di Breslau nel suo segnalato lavoro: *La lotta delle parti nell'organismo*, contributo al completamento della teoria meccanica della finalità. Io considero questo scritto come uno dei più importanti contributi alla teoria dell'evoluzione che siano apparsi dopo il lavoro capitale del Darwin (1859) e come uno dei più essenziali complementi della sua teoria dell'evoluzione. Nella prima parte il Roux cita l'adattamento funzionale dei singoli organi e l'ereditarietà delle loro funzioni, specialmente la *formazione funzionale spontanea della struttura adatta allo scopo* come una conseguenza necessaria dell'uso cresciuto o diminuito (cfr. sopra pag. 132). Nella seconda parte viene studiata da vicino la lotta delle parti nell'organismo stesso e viene dimostrato come dalla disuguaglianza delle parti, dalla diversa proporzione della loro attività e della loro nutrizione, del loro ricambio materiale ed accrescimento deve necessariamente risultarne una lotta di esse per l'esistenza; e ciò vale tanto pei singoli organi e pei tessuti che li compongono, quanto per le singole cellule che compongono i tessuti ed infine anche per le molecole attive (plastiduli o micelle) che costituiscono il plasma delle cellule e dei loro nuclei. Qui è di massima importanza la correlazione fra l'attività (o funzione fisiologica) di ogni singola parte e la sua nutrizione, poichè mentre ogni stimolo funzionale reagisce sul ricambio materiale della parte attiva e con ciò esercita un' « azione trofica », esso determina nello stesso tempo mutazioni nella

forma e struttura di essa (cioè differenziamenti morfologici). Così, come io avevo già detto nel 1866 nella mia *Morfologia generale*, l'*adattamento* nel più vasto senso si può ricondurre alla funzione biologica della *riproduzione*.

Con molti luminosi esempi il Roux dimostra come per il cresciuto esercizio venga elevata la potenzialità funzionale degli organi mentre per la diminuzione del lavoro essa venga abbassata (nel senso di Lamarck), e finalmente come per l'influenza di uno stimolo funzionale *le disposizioni adatte allo scopo in tutta la perfezione immaginabile possano prodursi e costituirsi direttamente per via meccanica*, senza che intervenga in ciò alcuna causa finale. Così si spiega semplicissimamente la perfezione meravigliosamente adattata della minuta fabbrica delle ossa, dei muscoli, dei vasi sanguigni, ecc. Le sottili trabecole di sostegno delle ossa scorrono in direzione della maggiore pressione e trazione e così colla minor quantità di materiale raggiungono la maggior forza di sostegno; le minute fibre dei muscoli le quali compongono la carne scorrono solo nel senso in cui ha luogo la loro contrazione, e quando dei tubi muscolosi (per esempio, l'intestino, i vasi sanguigni) si contraggono in due direzioni, longitudinalmente e trasversalmente, allora le fibre muscolari si dispongono solo in questi due sensi. Così pure la minuta struttura dei nervi, dei vasi sanguigni, delle ghiandole, ecc. è perfettamente adattata alla loro funzione. Osservate da un punto di vista puramente meccanico, le loro strutture si mostrano come *disposizioni adattate nel più alto grado immaginabile*, e tuttavia essi si son *formate senza scopo preconcetto*, ma piuttosto esse son state prodotte in modo *puramente meccanico* dall'attività propria degli organi per mezzo del loro stimolo funzionale.

Il significantissimo principio della formazione indipendente funzionale delle disposizioni adatte che il Roux ha spiegate con tanta penetrazione ci mostra come la conformità allo scopo, la quale di fatto esiste nell'interna struttura del corpo, sia da ricondursi ad una *meccanica teleologica*. Ma anche questa può, a sua volta, venire ulteriormente spiegata dal *principio di selezione;* non nel senso di Darwin che la lotta per l'esistenza fra gli individui indipendenti sia quella che la produca, ma nel senso di Roux secondo il quale questa lotta è sempre attiva fra tutte le parti di ogni singolo organismo.

In seguito a ciò la scelta delle cellule, che secondo il Roux ha luogo dappertutto, nei tessuti potrebbe essere designata col nome di *selezione cellulare* in opposizione alla *selezione personale* come essa è stata dimostrata per la prima volta dal Darwin fra gli individui indipendenti. La prima avrebbe con quest'ultima lo stesso rapporto che ha la patologia cellulare del Virchow colla patologia personale o come la psicologia cellulare da me stabilita colla psicologia personale (cfr. la mia conferenza: *Anima della cellula e cellule dell'anima*) (59). La chiave per la chiara intelligenza di questa relazione sta nella *teoria cellulare* e nei grandiosi progressi fatti da questa teoria fondamentale da un mezzo secolo (e soprattutto negli ultimi decenni). Noi consideriamo ora in modo generale le cellule organiche non più come inerti materiali da costruzione ma come « organismi elementari viventi » o plastidii.

Gli individui indipendenti, e cioè quelli che lo sono tanto morfologicamente (riguardo alla costituzione del corpo), quanto fisiologicamente (riguardo all'attività vitale), in origine sono tutti cellule. V'ha, ciò malgrado, una gran differenza fra gli organismi unicellulari (protisti) ed i multicellulari (istoni). Nei protisti o viventi unicellulari (protofiti e protozoi) una unica cellula costituisce per se sola e per tutta la vita l'intero organismo. Per contro negli istoni, animali o piante multicellulari, è

solo al principio della sua esistenza che l'organismo risulta su d'una cellula; appena essa comincia a svilupparsi, essa si moltiplica per reiterata divisione, e le numerose cellule che ne nascono compongono i tessuti e gli organi. In questi le cellule riunite a società sono dipendenti l'una dall'altra e dal complesso, e ciò tanto maggiormente quanto più alto è lo sviluppo dell'insieme, quanto più fortemente esso è centralizzato. Con ciò il protista unicellulare sta all'istone multicellulare e formato di tessuti, come l'individuo umano allo stato. L'organismo multicellulare è uno stato di cellule, e le sue singole cellule sono i cittadini (cfr. le conferenze VIII e XVII).

Ora, come tutte le attività vitali nei due gruppi primarii degli esseri unicellulari e multicellulari mostrano certe diversità iniziali, si deve dire lo stesso anche della loro attività nella lotta per l'esistenza, dell'azione reciproca dell'eredità e dell'adattamento che in essa esercita la sua azione selettiva.

Gli unicellulari o protisti mostrano un accrescimento semplice (o trofico) per ingrossamento della cellula: essi si moltiplicano per la maggior parte asessualmente (per scissione o sporulazione); così l'eredità dipende solo dal nucleo dell'*unica* cellula, la quale è in pari tempo l'intero organismo. Invece i multicellulari od istoni posseggono un accrescimento composto (o numerico) per moltiplicazione delle cellule; essi si riproducono sessualmente (per fusione della cellula-uovo colla cellula spermatica); l'eredità perciò è dovuta ai nuclei di *entrambe* queste cellule sessuali, mentre tutte le altre cellule dei tessuti non vi prendono parte. Ma entro ai tessuti le cellule onde questi sono composti si moltiplicano pure costantemente, e la formazione stessa dei tessuti viene determinata da quella importantissima selezione cellulare. In ogni tessuto le cellule più valide, quelle che compiono meglio il loro lavoro, richiedono e ricevono anche perciò la parte migliore del succo nutrizio; esse lo tolgono alle cellule più deboli e meno valenti; le prime crescono e si moltiplicano per scissione mentre le ultime presto o tardi devono soccombere.

La lotta per l'esistenza fra le cellule dei tessuti degli organismi multicellulari deve, in seguito a ciò, essere considerata come il movente più importante per il progressivo sviluppo e differenziamento dei loro tessuti ed organi. Invece negli unicellulari la lotta per l'esistenza e la scelta naturale che ne deriva prende un aspetto essenzialmente diverso. Qui, infatti, non si arriva naturalmente mai a formazione di tessuti; la conformazione della cellula che rimane indipendente ed autonoma viene determinata in parte dall'azione diretta delle condizioni esterne d'esistenza, in parte dalla reazione dei plastiduli o micelle, le molecole plasmatiche della cellula che esercitano una funzione vitale attiva. Anche fra queste ultime noi dovremmo ammettere una costante lotta per l'esistenza, ed il Roux ha mostrato quale grande importanza le si debba attribuire pel ricambio materiale e per la nutrizione, come pure per l'adattamento e per la costituzione dell'organismo elementare. Ma questa *selezione molecolare* è altrettanto ipotetica e così poco verificabile direttamente quanto la *struttura molecolare* che noi (in una forma o in un'altra) dobbiamo pure ammettere nel plasma. Come ipotesi essa è indispensabile tanto per gli indipendenti unicellulari protisti, quanto per le cellule non indipendenti dei tessuti degli istoni.

Quanto più noi ci siamo ora addentrati in queste contingenze elementari della vita organica, e quanto più noi abbiamo imparato a conoscere le loro intricate correlazioni, tanto più noi abbiamo appreso ad apprezzare il valore della teoria della selezione, tanto più grande ci appare l'*opera filosofica del Darwin*. Poichè questo grande filosofo della natura, fondando la scelta naturale per mezzo della lotta per l'esistenza,

non solo scoprì la più importante causa della formazione e trasformazione organica, ma in pari tempo diede pure una risposta definitiva ad uno dei più grandi enigmi filosofici, cioè alla domanda: *Come possono originarsi meccanicamente disposizioni adatte ad uno scopo, senza cause finali?*

La risposta naturale a questa difficile domanda fondamentale era già stata tentata nel quinto secolo avanti Cristo da un grande filosofo greco, *Empedocle* da Agrigento. Secondo lui le conformazioni adatte degli animali e delle piante, quali noi le conosciamo ora, sono nate solo poco alla volta e ciò per la costante lotta delle forze naturali contrarie; le forme ora viventi son rimaste superstiti fra un numero enorme di forme estinte, e ciò pel fatto che esse erano le più vantaggiosamente disposte per quella lotta e perciò erano le più capaci di vivere. Da un lato Empedocle insiste dapprima in modo speciale sul fatto dell'essere la struttura corporea dei viventi così adatta, ma d'altra parte egli fa notare nello stesso tempo che per spiegar questo fatto non si debba stabilire alcun principio speciale di « finalità », ma che esso si sia prodotto meccanicamente per l'azione avvicendata delle forze naturali. A ragione dunque dice Fritz Schultze (18) nel suo quadro della filosofia greca « l'aver pel primo concepito il grande pensiero di una teoria della *derivazione di ciò che è adatto ad uno scopo da ciò che non ha scopo* è il più rifulgente merito di Empedocle, e se noi consideriamo che i suoi due principii fondamentali, l'amore e l'odio, sono i germi delle moderne forme fondamentali dell'attrazione e ripulsione, noi non potremo reprimere la nostra ammirazione per questo antico scienziato ».

Così dunque, per ciò che riguarda la soluzione di questa importantissima questione, Empedocle deve essere considerato come il più antico precursore del Darwin. Tuttavia benchè nell'antichità classica anche altri filosofi della natura, specialmente Lucrezio, avessero riconosciuta la grande importanza di essa, tuttavia essa più tardi venne ad essere affatto dimenticata. Lo stesso Kant — come abbiamo già precedentemente (pag. 62) ricordato — la seppe così poco apprezzare che egli dichiarò fuor di luogo persino la speranza di poter mai sciogliere quella questione: « Si deve sventuratamente negare all'uomo questa penetrazione ».

Carlo Darwin colla sua teoria della selezione avendo realmente sciolta quella difficilissima questione fondamentale, è divenuto, ripeto, quel nuovo Newton la cui venuta futura il Kant credette di poter negare per sempre. Per vero alcuni naturalisti di corta veduta hanno ultimamente dichiarato esagerato questo paragone e l'han messo in ridicolo, ma con ciò han solo mostrato quanto essi siano poco in grado di apprezzare la portata filosofica del Darwinismo. Poichè tanto i temi, quanto i mezzi per rispondervi meccanicamente erano troppo più semplici per la *teoria della gravitazione* di Newton, che per la *teoria della selezione* del Darwin. Anche per ciò la verità naturale della prima appare subito evidente ad ogni uomo colto, mentre per l'intera intelligenza di quest'ultima è richiesta una profonda preparazione scientifica. Ambedue han però un merito ugualmente elevato, quello d'aver sloggiato il concetto soprannaturale di finalità colle mistiche credenze che vi si rannodano, dal nostro territorio scientifico, il Newton dalla natura anorganica, il Darwin dall'organica.

La filosofia speculativa contemporanea si convince ogni giorno più della necessità di ritornare dai voli icariani della « pura speculazione » sul terreno solido dello studio naturale empirico, e specialmente di appropriarsi gli importantissimi progressi biologici di quest'ultima età. Così soprattutto Wundt, Fritz Schultze, G. H. Schneider, B. v. Carneri, Spitzer ed altri si sono ultimamente sforzati con zelo di far apprezzare

l'importanza filosofica del trasformismo e di dedurre dal Darwinismo le sue conseguenze più importanti. La filosofia monistica di Herbert Spencer (65), Jacob Moleschott (66), Ludwig Büchner (60) ed altri riposa sui fondamenti di esso. Quale importanza sotto ogni rapporto abbia soprattutto il principio della selezione e come per esso « la teleologia nel modo di concepire il mondo degli organismi » sia posta in una luce affatto nuova è stato mostrato specialmente da Hugo Spitzer di Graz (28). I suoi *Contributi alla teoria della discendenza ed alla metodologia delle scienze naturali* (1886) sono finora i più profondi tentativi che si siano fatti per dare il giusto valore all'importanza filosofica del Darwinismo. Quest'ultimo, rimovendo il soprannaturale e dualistico « concetto trascendentale della finalità » mette a suo posto il principio naturale e monistico della « meccanica teleologica ».



DODICESIMA CONFERENZA

Divisione di lavoro e divisione di forma. Divergenza delle specie. Progresso e regresso.

Divisione di lavoro (ergonomia) e divisione di forma (polimorfismo). — Divergenza fisiologica e differenziamento morfologico, ambedue prodotti necessariamente dalla selezione. — Cambiamento delle varietà in specie. — Concetto di specie. — Specie ibride. — Divergenza personale e divergenza cellulare. — Differenziamento dei tessuti. — Tessuti primari e secondari. — Sifonofori. — Scambio di lavoro (metergia). — Uguagliamento (convergenza). — Progresso e perfezionamento. — Leggi dell'evoluzione dell'umanità. — Relazione del progresso colla divergenza. — La centralizzazione come progresso. — Regresso. — Origine degli organi rudimentali per non uso e desuetudine. — Teoria dell'assenza di finalismo o disteleologia.

Signori!

Se voi considerate in complesso l'evoluzione storica del mondo organico, allora vi si presentano dapprima come i fenomeni più generali due grandi leggi, la legge della divergenza e la legge del progresso. Il principio della *divergenza* c'insegna dapprima, fondandosi sulla scienza dei petrefatti, che la molteplicità e la varietà delle forme viventi del nostro globo terrestre è andata costantemente crescendo dai tempi più remoti sino al presente. Il secondo principio, quello del *progresso* e del perfezionamento c'insegna, fondandosi sulle stesse basi paleontologiche, che questa divergenza in complesso è sempre stata collegata con un costante progresso, con un crescente perfezionamento dell'organizzazione. La ragione d'ambe queste leggi sta già in gran parte nel fatto fisiologico della *divisione di lavoro* degli organismi (ergonomia) e in quello morfologico della *divisione di forma* (polimorfismo).

Dopo che, in base ad estesissime ricerche paleontologiche, si ebbe riconosciuta la validità generale di questi due grandi principii storici, si credette dapprima che se ne dovesse cercare la causa in un determinato piano di creazione, o direttamente in uno scopo finale sopranaturale. Doveva essere nel piano prestabilito del Creatore l'elaborare nel corso dei tempi in modo sempre più molteplice e perfezionato le forme degli animali e delle piante. Noi faremo evidentemente un gran passo nel riconoscimento della natura se noi confuteremo questo concetto teleologico ed antropomorfico dimostrando che le due leggi della divisione di lavoro e della divisione di forma sono *necessarie* conseguenze della scelta naturale nella lotta per l'esistenza.

La prima grande legge che segue immediatamente e necessariamente dalla scelta naturale, è quella del *differenziamento;* essa viene anche spesso denominata *divisione di lavoro* (ergonomia) o *divisione di forma* (polimorfismo), la prima in senso fisiologico, l'altra in senso morfologico. Il Darwin chiama questo principio generale *divergenza del carattere.* Noi intendiamo con ciò la tendenza, che è comune a tutte

le forme organiche, di svolgersi differentemente in grado sempre più elevato e di allontanarsi dal tipo comune primitivo. La causa di questa generale tendenza al divergere e la conseguente *produzione di forme diverse da un fondamento uguale* è, secondo il Darwin, semplicemente da cercarsi nella lotta per l'esistenza; questa deve accendersi fra due organismi tanto più ardentemente, quanto più essi, sotto ogni rapporto, sono affini, quanto più essi sono simili. Propriamente questa importantissima circostanza è molto semplice, ma per solito non la si prende sufficientemente in considerazione.

Ad ognuno di voi apparirà evidente che in un campo di determinata estensione, presso ai cereali che vi sono seminati possa esistervi una gran quantità di male erbe, e ciò nei punti che non sono stati occupati dai cereali. I siti del suolo più aridi, più sterili, sui quali nessun cereale potrebbe prosperare, possono ancor servire a mantenere queste male erbe, e di queste potranno esistere l'una presso l'altra tanto più differenti specie ed individui quanto più le differenti specie di male erbe sono capaci di adattarsi ai diversi punti del suolo. Lo stesso è degli animali. In una data cerchia ristretta potrà evidentemente vivere insieme un molto maggior numero d'individui animali se essi saranno di natura molteplicemente diversa che se essi saranno tutti uguali. Vi sono degli alberi (per es. quercie) su cui vivono l'una presso l'altra due centinaia di specie diverse di insetti. Le une si nutrono dei frutti dell'albero, le altre dei fiori, le terze delle foglie, altre ancora della corteccia, delle radici e così via. Sarebbe affatto impossibile che un simile numero di individui vivesse su questo albero quando essi fossero tutti di una specie, quando per es. vivessero tutti solo a spese della corteccia o delle foglie. Questo è pure interamente il caso per la società umana. In una stessa piccola città può vivere un determinato numero di operai solo quando essi si diano a diverse occupazioni. La *divisione di lavoro*, che reca grandi vantaggi tanto all' intera comunità, quanto ai singoli lavoratori, è una conseguenza immediata della lotta per l'esistenza, della scelta naturale; poichè questa lotta si sostiene tanto più facilmente quanto più le attività e con esse anche la forma dei diversi individui sono diverse fra loro. Naturalmente la diversa *attività* o funzione reagisce modificando la forma e la struttura; la *divisione di lavoro fisiologico* (od ergonomia) determina necessariamente la *divisione morfologica di forma*, il polimorfismo o differenziamento, la « divergenza del carattere » (37).

D'altra parte si deve ora considerare che tutte le specie di animali o di piante sono variabili e posseggono la facoltà di adattarsi in diversi siti alle condizioni locali. Le varietà o razze di una stessa specie, d'accordo colle leggi di adattamento, si allontaneranno tanto più dalla forma-stipite primitiva, quanto più diverse sono le nuove condizioni a cui esse si adattano. Se noi ora queste varietà originantisi da una forma fondamentale comune ce le rappresentiamo in forma di un fascio ramificato di raggi, vedremo che potranno meglio esistere l'una presso all'altra e riprodursi quelle varietà che sono più lontane l'una dall'altra, quelle che stanno alle estremità della serie, od ai lati opposti del fascio. Invece le forme di transizione che stanno in mezzo sono le peggio collocate nella lotta per l'esistenza. Le necessarie condizioni di vita sono le più diverse nelle varietà estreme, quelle che più si allontanano l'una dall'altra, e perciò queste, nella lotta per l'esistenza, verranno meno di tutte in serio conflitto. Per contro le forme intermedie di passaggio che si sono il meno allontanate dalla forma-stipite primitiva condividono più o meno gli stessi bisogni; perciò nella competizione per soddisfarli avranno maggiormente da combattere e saranno le più minacciate.

Se dunque numerose varietà di una specie vivono l'una presso l'altra in una stessa area di terreno, potranno molto più facilmente sussistere insieme le specie più divergenti che le forme intermedie le quali le connettono. Queste ultime infatti hanno da combattere con quelle dei diversi estremi e non potranno sempre resistere agli influssi contrarii che le prime combattono vittoriosamente. Queste sole si conservano, si riproducono, ed oramai non sono più collegate alla forma-stipite primitiva per mezzo di forme di passaggio. Così da una varietà nascono « buone specie ». La lotta per la vita favorisce necessariamente la divergenza generale e l'allontanarsi l'una dall'altra delle forme organiche, la costante tendenza degli organismi a formare delle nuove specie. Ciò non riposa su una proprietà mistica, su un ignoto impulso formativo degli organismi, ma sull'azione combinata dell'eredità e dell'adattamento nella lotta per la vita. Pel fatto che nelle varietà di una stessa specie le forme intermedie si estinguono e i membri di passaggio periscono, il processo di divergenza va sempre necessariamente più oltre, e negli estremi produce delle forme che noi distinguiamo come nuove specie.

Sebbene tutti i naturalisti debbano ammettere la variabilità delle specie animali e vegetali, tuttavia la maggior parte di essi hanno anteriormente contestato che la variazione o modificazione delle forme organiche oltrepassi i limiti primitivi del carattere specifico. I nostri avversarii seguitano tenacemente a dire: « Per quanto una specie possa differenziarsi in un fascio di varietà, tuttavia queste varietà non sono mai distinte fra di loro al pari di due vere buone specie ». Anche oggidì questa affermazione viene spesso adoperata dagli avversarii del Darwin per coronare la loro dimostrazione, ma essa è affatto insostenibile ed infondata. Ciò vi apparirà chiaro subito che comparerete criticamente i diversi tentativi che si sono fatti per stabilire il *concetto di specie.*

Che cosa sia veramente una « vera o buona specie » (*bona species*) è una domanda cui nessun naturalista può rispondere, sebbene ogni sistematico usi giornalmente questa espressione, e malgrado che siano state scritte intere biblioteche sulla questione, se questa o quella forma osservata sia una specie od una varietà, una buona o cattiva specie. La più comune risposta a questa questione era la seguente: « Appartengono ad una stessa specie tutti gli individui che concordano fra loro in tutti i caratteri essenziali. Sono poi caratteri specifici essenziali quelli che sono costanti, che mai non variano ». Ora, se si dava il caso che un carattere costante, finallora ritenuto essenziale, tuttavia variasse, allora si diceva: « Questo carattere non è stato costante per questa specie, poichè i caratteri essenziali non variano ». Si girava dunque in un circolo evidentemente vizioso, e fa realmente stupire il candore con cui questa definizione della specie veniva stabilita e sempre ripetuta in migliaia di libri come verità inconcussa.

Anche tutti gli altri tentativi che si sono fatti per determinare in modo fisso e logico il concetto di « specie » organica sono stati come questo interamente sterili ed inutili. Nè, per la natura stessa della cosa, poteva essere altrimenti. Il concetto di specie è altrettanto relativo, e non assoluto, come il concetto di varietà, genere, famiglia, ordine, classe, ecc. Come il Lamarck aveva già fatto notare nel 1809, tutti questi concetti sono soggettivi ed artificiali. Ciò ho dimostrato teoricamente nella mia *Morfologia generale* (II, 323-364). Praticamente ne ho data la dimostrazione nel mio *Sistema delle spugne calcaree* (1872). In questi notevoli animali, come in generale in tutte le spugne (anche nelle spugne da bagno), l'abituale distinzione di specie appare interamente arbitraria.

Altrettanto arbitrarie ed antinaturali sono le vedute che si avevano sinora riguardo alla *relazione delle specie coll'ibridismo.* Si aveva sin qui come dogma che due

cosidette buone specie non possano mai colla loro unione generare ibridi che come tali si riproducano. A tal riguardo si citavano sempre gli ibridi di cavallo ed asino, i muli ed i bardotti, che in realtà non si riproducono che raramente. Ma simili ibridi infecondi sono, come si è poi verificato, rare eccezioni, e nella maggioranza dei casi gli ibridi di due specie affatto diverse sono fecondi e possono riprodursi. Anzi in molti casi la fecondità loro è persino maggiore di quella delle pure specie-stipiti. Quasi sempre essi possono accoppiarsi con frutto ad una delle due specie generatrici, talora anche puramente fra di esse. Ora da ciò, secondo la « legge dell'eredità mista », possono nascere forme affatto nuove (cfr. pag. 113).

In realtà l'*ibridismo* è così *un modo d'origine di nuove specie*, diverso da quello finora contemplato della selezione naturale. Già anteriormente ho citato in modo incidentale simili *specie bastarde* (*species hybridae*), specialmente i *Leporidi* (*Lepus Darwinii*), che sono nati dall'incrocio di lepri maschi con conigli femmine, l'*ovicapra* (*Capra ovina*), che è nata dall'accoppiamento del becco colla pecora, e infine diverse speci di Cardi (*Cirsium*), di Rovi (*Rubus*), ecc. (pagg. 81 e 82). Verosimilmente molte specie selvaggie si sono prodotte per questa via, come già aveva ammesso anche Linneo. Quest'opinione sembra giustificata in modo affatto speciale per molti animali e vegetali inferiori marini, i cui prodotti sessuali maturi vengono semplicemente riversati nell'acqua. Il loro incontro e la loro fecondazione rimane interamente lasciata al caso; influendovi notevolmente la viva mobilità della maggior parte delle cellule seminali liberamente natanti. Ora noi sappiamo da molte esperienze e ricerche che la fecondazione delle cellule-ova riesce spesso molto più facilmente nell'incrocio di due specie affini che per due individui della medesima specie. È frattanto molto verosimile che nell'incontro accidentale di infinite cellule seminali e cellule-ova di organismi marini affini fra loro nascano più ibridi che prodotti puri, e, poichè i primi sono inoltre spesso più fecondi che questi ultimi, essi possono facilmente vincerli nella lotta per l'esistenza, e formare nuove specie. Ultimamente ha sopra tutti il Weismann rilevata la grande importanza che ha questo mescolamento sessuale per la modificazione delle specie. In ogni caso però le specie ibride, le quali si conservano e si riproducono così bene quanto le specie pure, dimostrano che l'ibridismo non può servire in alcun modo a caratterizzare il concetto di specie.

Abbiamo già visto più sopra (pag. 36) che i molti tentativi che si son fatti invano, per stabilire teoricamente il concetto di specie, non hanno nulla che fare colla pratica distinzione di questa. La diversa applicazione pratica del concetto di specie in zoologia ed in botanica è molto istruttiva come documento della follia umana. La grandissima maggioranza dei zoologi e dei botanici, quando si trattava di distinguere e descrivere le differenti forme di animali e di piante si sforzava prima di tutto a separare nettamente come « buone specie » le forme affini. Ma una distinzione netta e logica di simili « vere e buone specie » non si mostrava quasi mai possibile.

Non vi sono due zoologi, non due botanici, che in tutti i casi vadano d'accordo nel decidere quali delle forme strettamente affini di un genere siano buone specie, e quali no. Tutti gli autori hanno su ciò vedute diverse. Per esempio nel genere *Hieracium*, uno dei più comuni generi di piante tedesche, si sono distinte in Germania oltre 300 specie. Però il botanico Fries non ne ammette come buone specie che 106, il Koch solo 52 ed altri ne ammettono appena 20. Altrettanto grandi sono le discrepanze pel genere *Rubus*. Dove un botanico fa più di cento specie, il secondo non ne ammette forse che la metà, un terzo solo cinque o sei od anche meno. Gli uccelli della Germania

sono conosciuti molto esattamente da gran tempo. Il Bechstein, nella sua accurata storia naturale degli uccelli tedeschi, ha distinto 367 specie, L. Reichenbach 379, Meyer e Wolf 406, e l'ornitologo pastore Brehm ha distinto più di 900 specie differenti. Riguardo alle spugne calcari io stesso nella mia *Monografia* di questi variabilissimi zoofiti ho mostrato che vi si può a piacimento distinguere solo 3 specie, o 21, o 111, o 289, o 591 (50). Poichè in questa monografia, fondandomi su cinque anni di esattissime osservazioni su un completissimo materiale, ho dimostrato chiaramente la impossibilità di distinguere « buone specie » nel solito senso, essa può ben essere considerata come « un tentativo per la *soluzione analitica del problema dell'origine delle specie* ». Nessun altro tentativo simile era stato finora intrapreso in modo così completo.

Voi vedete dunque che qui, come in ogni altro campo della sistematica zoologica e botanica, domina il massimo arbitrio, e che, data la natura stessa della cosa, vi deve dominare, poichè è affatto impossibile di distinguere nettamente le varietà e razze dalle cosidette « buone specie ». *Le varietà sono specie incipienti*. Dalla variabilità o adattabilità delle specie segue necessariamente, sotto l'influsso della lotta per la vita, il differenziamento sempre crescente delle varietà, la costante divergenza delle nuove forme; queste poi mantenendosi, per eredità, costanti per una quantità di generazioni, mentre si estinguono le forme intermedie che le collegavano, formano esse stesse « nuove specie » indipendenti. L'origine di nuove specie per mezzo della divisione di lavoro o separazione, divergenza o differenziamento delle varietà è frattanto una *necessaria conseguenza della selezione naturale.*

Che la costante tendenza delle forme organiche al differenziamento o divisione di forma debba per tal modo derivare necessariamente dalla scelta naturale fu chiaramente riconosciuto dapprima dal Darwin e dimostrato da lui in modo convincente nel quarto capitolo del suo lavoro capitale. Tuttavia egli applica principalmente il suo principio della divergenza, come il suo principio della selezione, solo agli individui di vita indipendente, e si sforza di mostrare come le variazioni degli individui per mezzo della selezione e della divergenza conducano all'originarsi di nuove specie. Ma noi abbiamo già visto nell'ultima conferenza che il principio di selezione possiede ancora un valore molto più ampio e più generale, essendochè anche tutte le singole parti dell'organismo, ed anzitutto le cellule, vengono modificate dalla selezione. Ora come la selezione cellulare si mostra per tal modo presso alla selezione personale come un importantissimo processo di trasformazione, così è pure del principio di divergenza. La divergenza degli individui o persone che conduce alla formazione di nuove specie, o, più brevemente, la *divergenza personale*, trova dapprima il suo fondamento elementare nel differenziamento delle cellule le quali compongono le singole persone, nella *divergenza cellulare.*

La scienza dei tessuti degli animali e piante (od istologia), ha riconosciuto già da lungo tempo (basandosi sulla teoria cellulare) che uno dei più importanti fenomeni nell'evoluzione degli istoni (od organismi pluricellulari) è il cosidetto « differenziamento o *divergenza dei tessuti* ». Si intende con ciò in modo generale il fatto, che colpisce dapprima nello sviluppo di ogni individuo pluricellulare: che da cellule uguali vengono fuori tessuti diseguali. Dalle cellule uniformi dei foglietti germinativi per esempio (in tutti i metazoi od animali pluricellulari) si sviluppano divergentemente le cellule eterogenee che compongono l'invoglio cutaneo, le ghiandole, il tessuto connettivo, i muscoli, i nervi, ecc. Inoltre noi vediamo nello stesso tempo che nel corpo animale la

forma originaria di tessuto è un semplice strato di cellule, cioè un *epitelio;* già il blastoderma embrionale, che vien formato dapprima, è un simile epitelio (cfr. tav. V, fig. 5, 6). Poichè poi per invaginazione della blastula (fig. 7) si forma la gastrula (fig. 8), il semplice blastoderma si scinde nei due cosidetti « foglietti germinativi primarii », foglietto cutaneo e foglietto intestinale (esoderma *e* ed entoderma *i*). Da questi ultimi nascono poi per differenziamento i quattro foglietti germinativi secondarii (che sono parimente semplici epitelii) (fig. 9), e da questi ulteriormente tutti i diversi tessuti. Questi ultimi si devono perciò tutti chiamare « tessuti secondarii », in opposizione ai tessuti primarii dell'epitelio da cui essi sono nati.

Ora tutto questo interessante processo, il cosidetto « differenziamento dei tessuti », in fondo non è altro che una *divergenza delle cellule* le quali compongono i tessuti. L'essenza fisiologica di essa riposa sulla *divisione di lavoro* delle cellule, la sua conseguenza morfologica è la *divisione di forma* delle cellule, cioè l'ineguale conformazione delle cellule primitivamente uniformi. Ma tanto questa divisione di forma (polimorfismo) quanto quella divisione di lavoro (ergonomia) sono a loro volta la necessaria conseguenza della selezione cellulare o di quella « lotta delle parti nell'organismo » di cui il Roux pel primo ha apprezzata l'intera importanza.

Quale straordinaria importanza possegga la divisione del lavoro e la divisione di forma che le è collegata per i più diversi aspetti della vita organica l'ho dimostrato nella mia conferenza « sulla divisione di lavoro nella vita naturale e nella vita umana » (59). In essa ho spiegato, come esempio particolarmente evidente, l'organismo dei *sifonofori.* Sono colonie natanti di meduse le quali esternamente rassomigliano ad un bel ramo fiorito; le singole foglie, i singoli fiori e frutti di questo ramo, che per solito è trasparente come un vetro colorato ed inoltre in alto grado sensibile e mobile, appaiono a primo aspetto solo come gli *organi* di una *persona,* cioè di un unico zoofito peculiarmente composto. Di fatto però ognuno di questi che sembrano organi è originariamente una medusa, un individuo che ha il valore morfologico di una *persona.* Coll'adattarsi a differenti còmpiti vitali queste persone coi loro organi si sono trasformate poco alla volta nel modo più mirabile; e poichè tutte rimangono in costante connessione col loro progenitore primitivo, lo stelo centrale della colonna, poichè è comune anche la nutrizione dell'intera società, così i numerosi individui appaiono solo come organi di un singolo individuo.

Ma le diverse forme di questi sifonofori, che io ho comparate e descritte sistematicamente nella mia *Monografia* di questa interessantissima classe d'animali (1888), non ci offrono solo una gran copia di esempi istruttivi della divisione di lavoro o di forma, ma anche di un importante fenomeno che vi si collega, lo scambio di lavoro o di funzioni (metergia). Mentre le meduse originariamente simili che compongono la colonia dei sifonofori si adattano a funzioni diverse o mutano corrispondentemente di forma, anche i singoli organi della persona-medusa mutano sovente la loro funzione primitiva. Così per esempio il primitivo organo natatore della medusa, l'ombrella muscolare, si trasforma negli uni in una speciale campana natatoria muscolare, in altri in una vescica natatoria piena d'aria, in un terzo gruppo in uno scudo protettore, in un quarto in un mantello capsuliforme, e così via. La *cavità* digerente originariamente semplice della medusa, si trasforma ora in uno stòmaco ghiandolare molto sviluppato e complicato (*siphon*), ora in un organo di senso (*palpon*), ora, negli individui maschi, in una capsula seminale (*androforo*) e negli individui femmine in una capsula delle uova (*ginoforo*), ecc. I sifonofori ci mostrano dunque come il mutamento

di lavoro sia immediatamente collegato col mutamento di forma senza che sia perciò necessario stabilire uno speciale « principio del cambiamento delle funzioni ».

Molti dei più importanti mutamenti del mondo organico, persino il prodursi di intere classi d'animali, si possono ricondurre in origine allo scambio di lavoro, o metergia, di un singolo organo. Così per esempio gli anfibi sono nati dai pesci pel fatto che la vescica natatoria di questi ultimi (che è un organo idrostatico) divenne un polmone ed intraprese il lavoro del ricambio dei gas e della respirazione; prima causa occasionale ne fu il passaggio dalla vita acquatica alla vita terrestre. Gli uccelli sono nati da rettili lacertiformi pel sostituirsi della locomozione aerea allo strisciamento, le estremità anteriori di questi ultimi si tramutarono nelle ali dei primi.

La più importante causa dell'origine dei mammiferi da stipiti rettiliformi fu forse il cambiamento di lavoro delle ghiandole cutanee ventrali; queste ghiandole secretrici (ghiandole sebacee o sudoripare), tramutandosi in ghiandole lattifere e divenendo con ciò il più importante organo nutritore del neonato, occasionarono una serie di notevolissime modificazioni; la prima causa occasionale ne fu verosimilmente l'abituarsi dei neonati a leccare la pelle del ventre della loro madre; lo stimolo nutritivo così esercitato condusse dapprima (quantitativamente) all'ingrossamento delle ghiandole cutanee, e poi (qualitativamente) al loro metamorfosarsi nelle importantissime ghiandole lattifere; nelle questioni riguardanti la storia dell'incivilimento, i casi che (sopratutto nell'arte) hanno relazione col seno materno sono fisiologicamente da ricondursi a quel processo. Anche per l'origine del genere umano lo scambio di lavoro è stato di grande importanza, specialmente la divisione di lavoro fra le membra anteriori e le posteriori e l'annessa metergia delle prime; mentre nelle scimmie (o quadrumani), che sono rampicanti, tutte le quattro estremità rimangono simili in forma e funzione; nell'uomo, il quale cammina eretto, le estremità anteriori si trasformano in braccia per afferrare, e le posteriori in gambe per camminare. La divergenza fra le prime e queste ultime condusse alla perfezione della mano dell'uomo, quell'inapprezzabile organo il cui molteplice scambio di lavoro nel pittore e nello scultore, nel pianista e nel meccanico, nel medico e nel chirurgo diventò la sorgente delle più mirabili funzioni; anzi persino la divisione ed il cambiamento di lavoro delle singole dita esercitano qui, come è noto, una grande influenza.

Una serie di importanti fenomeni i quali sembrano stare in opposizione colla *divergenza* ci sono offerti dalla cosidetta *convergenza*. Mentre la scelta divergente, per adattamento a diverse condizioni di vita e a diverse funzioni, da forme uguali ricava infine forme affatto differenti, la scelta convergente all'opposto fa sì che forme primitivamente affatto differenti coll'adattarsi a condizioni biologiche e funzioni uguali diventino infine estremamente simili. Così, p. es., molti pesci e cetacei sono esternamente similissimi sebbene la loro interna struttura sia affatto diversa. I cetacei, che hanno sangue caldo, sono veri mammiferi che adattandosi al modo di vita dei pesci ne hanno assunto la forma; essi però discendono da mammiferi terragnoli, e cioè, le erbivore sirene verosimilmente da animali ungulati, ed i carnivori delfini e balene da carnivori. In ambo questi gruppi la scelta convergente ha dato così simile conformazione non solo alle forme esterne, ma anche all'interna struttura, che dapprima essi venivano riuniti in uno stesso ordine.

Un altro evidente esempio di convergenza del carattere, o di *eguagliamento di forma* ce l'offre la classe delle meduse. Questa classe d'animali apparentemente omogenea proviene da due stipiti affatto differenti, come io ho dimostrato nella

Monografia che ho fatto di essa (1881). Le meduse col velo, più piccole e più graziose (craspedote od idromeduse) discendono da idropolipi; le grandi e magnifiche meduse lobate (acraspede o scifomeduse) discendono da scifopolipi; anche il modo di sviluppo è nei due stipiti affatto diverso, e ciò tanto in senso ontogenetico quanto in senso filogenetico. Nondimeno le meduse di entrambi questi stipiti per adattamento ad uguali condizioni di vita e ad ugual lavoro degli organi hanno finito per diventare così simili che spesso le si possono difficilmente distinguere.

Esempi molto più numerosi ed ancor più notevoli di queste fallaci rassomiglianze adattive si trovano nel regno vegetale. Così, p. es., molte piante acquatiche si distinguono per foglie grandi, liscie, piatte, tondeggianti, le quali galleggiano alla superficie degli stagni; le vere ninfeacee rassomigliano in ciò a molte potamee, butomee, alismacee, genzianee, ecc., sebbene queste siano di famiglie affatto differenti. Anche molte piante parassite che discendono da famiglie lontanissime l'una dall'altra diventano spesso estremamente simili, per esempio, molte orchidee, citinee, labiate, convolvulacee, ecc. L'adattamento alla uguale vita parassitica produce in tutti allo stesso modo la scomparizione delle foglie verdi, un peculiare sviluppo carnoso dello stelo, dei fiori, ecc. Queste rassomiglianze illusorie prodotte dalla scelta convergente sono già state spesso la causa di grandi errori nella classificazione sistematica.

Tutti i fenomeni della convergenza od eguagliamento si spiegano dunque semplicemente coll'opera della scelta naturale, tanto come quelli di divergenza o differenziamento. Ora lo stesso vale ancora per un'altra importantissima serie di fenomeni, quelli del *progresso* o del *perfezionamento* (*teleosis*). Anche questa grande ed importante legge, come le leggi della divergenza, è stata stabilita già da molto tempo come fatto dall'esperienza paleontologica prima che la teoria darwiniana della selezione ci desse la chiave della sua spiegazione causale. La maggior parte dei paleontologi che avevano fatto studi estesi hanno stabilito questa legge di progresso come il risultato più generico delle loro ricerche sui fossili, e sulla loro serie storica, così sopratutti l'illustre Bronn nelle sue bellissime ricerche sulle leggi della conformazione e dello sviluppo degli organismi (19). I risultati generali cui giunse il Bronn riguardo alla legge del differenziamento e del progresso per via puramente empirica, per osservazioni estremamente diligenti ed accurate, ci appaiono oggidì come brillanti conferme della teoria della selezione.

La legge del progresso o del perfezionamento constata, basandosi sull'esperienza paleontologica, il fatto importantissimo che in ogni tempo la vita organica sulla terra ha subito un costante accrescimento nella perfezione della sua struttura. Da quel tempo remotissimo in cui colla generazione spontanea delle monere incominciò la vita sul nostro pianeta, gli organismi di tutti i gruppi si sono sempre in complesso e singolarmente perfezionati e più altamente sviluppati. La *molteplicità* sempre crescente delle forme viventi fu sempre connessa in pari tempo con un *progresso* nella loro organizzazione. Quanto più in basso voi discendete negli strati della terra nei quali giaciono sepolti i resti degli animali e vegetali estinti, quanto più antichi sono dunque questi ultimi, tanto più uniformi, semplici ed imperfette son le loro strutture. Ciò vale tanto degli organismi in complesso, quanto di ogni singolo gruppo maggiore o minore di essi, astraendo naturalmente da quelle eccezioni che nascono dal regresso di singole forme.

A conferma di questa legge vi citerò anche qui solo il più importante dei gruppi animali, il tipo dei vertebrati. I più vecchi resti fossili di vertebrati che ci siano noti appartengono alla classe inferiore dei pesci. A questi seguirono poi gli anfibi, forme

più perfette, poi rettili, e finalmente in epoca molto posteriore le classi più elevate dei vertebrati cioè gli uccelli ed i mammiferi. Di questi apparvero dapprima le forme infime e più imperfette senza placenta, cioè i marsupiali, e molto più tardi i mammiferi più perfetti muniti di placenta. Anche di questi non apparvero dapprima che le forme inferiori, e solo più tardi le superiori; solo nella recente epoca terziaria da queste ultime si sviluppò poco alla volta l'uomo.

Seguite ora l'evoluzione storica del regno vegetale e vi troverete confermata la stessa legge. Anche delle piante non esistette dapprima che la classe più inferiore ed imperfetta, quella delle alghe. A questa tenne poi dietro il gruppo delle felci o filicinee, ma non esistevano ancora piante fanerogame, queste incominciarono solo più tardi colle gimnosperme (conifere e cicadee) che per tutta la loro struttura stanno molto al disotto delle altre fanerogame (le angiosperme) e fanno il passaggio dalle filicinee a queste ultime. Le angiosperme poi non si svilupparono che molto più tardi, e fra esse apparvero dapprima quelle senza corolla (monocotiledoni e monoclamidee), e solo più tardi quelle con corolla (diclamidee). Finalmente anche fra queste ultime le inferiori diapetali precedettero le più elevate gamopetale. Tutta questa serie cronologica è una testimonianza irrefutabile a favore della legge dello sviluppo progressivo.

Se noi ora ci domandiamo a che si debba questo fatto, noi ritorniamo di nuovo, appunto come pel fatto del differenziamento, alla scelta naturale nella lotta per la vita. Se voi avete ben presente davanti agli occhi tutta l'intera importanza della scelta naturale e specialmente l'intricata reazione reciproca delle diverse leggi dell'eredità e dell'adattamento, voi riconoscerete come la più prossima conseguenza necessaria non solo la divergenza del carattere, ma anche il suo perfezionamento. Noi vediamo affatto la stessa cosa nella storia del genere umano. Anche qui è cosa naturale e necessaria che la progressiva divisione di lavoro favorisca costantemente il progresso dell'umanità e spinga in tutti i rami dell'attività umana a nuove scoperte e a nuovi miglioramenti. Anzi in complesso lo stesso progresso riposa sul differenziamento, ed è perciò come questo una conseguenza immediata della selezione naturale nella lotta per la vita.

Quando l'uomo voglia riconoscere giustamente il suo posto nella natura e voglia comprendere esattamente in quale rapporto egli stia col mondo di fenomeni che è da noi riconoscibile, è affatto necessario che egli compari in modo interamente obbiettivo la storia naturale dell'uomo con quella dei rimanenti organismi, sopratutto degli animali. Noi abbiamo già visto precedentemente che le importanti leggi fisiologiche dell'eredità e dell'adattamento hanno ugual valore tanto per l'organismo umano come per gli animali e le piante e che qui come là esse reagiscono costantemente l'una sull'altra. Perciò anche la scelta naturale prodotta dalla lotta per la vita esercita la sua azione modificatrice nella società umana come nella vita degli animali e delle piante e qui come là fa sorgere costantemente nuove forme. Questo paragone fra le contingenze umane e le animali è sopratutto importante quando si vogliano riconoscere le grandi leggi della divergenza e del progresso come immediate e necessarie conseguenze della scelta naturale provocata dalla lotta per l'esistenza.

Uno sguardo comparativo che voi gettiate sulla storia dei popoli o « storia universale » vi mostra subito come risultato generalissimo una sempre *crescente molteplicità* dell'attività umana tanto nella vita degli individui come in quella delle famiglie e degli stati. Questo differenziamento, questa sempre crescente divergenza del carattere umano e della forma della vita umana è prodotta da una sempre più inoltrata e

profonda divisione di lavoro degli individui. Mentre i più bassi ed antichi gradi della coltura umana ci presentano all'incirca dappertutto le stesse condizioni semplici e rozze, noi osserviamo in ognuno dei periodi storici consecutivi una maggior molteplicità nei costumi, usi e disposizioni delle diverse nazioni. La crescente divisione di lavoro produce una corrispondente divisione di forma, una molteplicità di forme sempre più elevate sotto ogni rapporto. Ciò si palesa da sè nell'aspetto del viso umano. Fra le stirpi inferiori la più parte degli individui si rassomigliano tanto che il viaggiatore europeo spesso non riesce a distinguerli. Col crescere della coltura la fisionomia degli individui si differenzia in grado corrispondente. Finalmente nei popoli civili più elevati la divergenza nella fisionomia in tutti gli individui di razza affine è così spinta che raramente accade di confondere realmente insieme due faccie.

Come la seconda delle supreme leggi fondamentali della storia universale ci si presenta la gran legge del progresso o perfezionamento. In complesso la storia dell'umanità è la storia del suo *sviluppo progressivo*. È vero che dovunque ed in ogni tempo si presentano singoli casi di regresso, oppure si son prese nel progresso stesso vie oblique che conducono solo ad un perfezionamento unilaterale ed apparente e che perciò si allontanano più o meno dal più alto scopo dell'intima e più nobile elevazione. Ma, tutto compreso, il movimento evolutivo dell'intera umanità è e rimane un movimento progressivo per cui l'uomo si allontana sempre più dai suoi antenati pitecoidi e si avvicina sempre più al fine ideale che egli stesso si è proposto.

Contro all'importanza che ha la legge di progresso nella storia dell'incivilimento si fa spesso valere il potente regresso che ci è offerto dal tenebroso medio evo rispetto al fulgido splendore dell'antichità classica. Ma, fatta astrazione dalle incertissime cause esterne ed interne che dovettero produrre il deplorevole tramonto di quest'ultima, il regresso medioevale si spiega in gran parte col disprezzo della natura che venne predicato dal cristianesimo e dalla tirannia che su ogni libera vita dello spirito venne esercitata dalla sua onnipotente gerarchia. Tuttavia anche in questo tenebroso periodo della storia della civiltà si svilupparono in silenzio molti germi di rinascimento i quali, dopo la riforma, si svilupparono in nuovi fiori di civiltà. Ma oltre a ciò il lasso di appena un millennio che comprende il periodo più oscuro del medioevo agli occhi del naturalista deve apparire ben piccolo a paragone delle molte centinaia di migliaia d'anni che, secondo le recenti ricerche preistoriche, sono già scorse, dall'apparire del genere umano in poi.

Se voi ora volete scrutare da quali cause dipendano propriamente queste due grandi leggi evolutive dell'umanità, la legge del differenziamento e la legge del progresso, voi dovete paragonarle colle corrispondenti leggi evolutive dell'animalità. Allora, andando più a fondo, verrete necessariamente alla conclusione che tanto i fenomeni quanto le loro cause in ambo i casi sono interamente gli stessi. Tanto nell'evoluzione dell'umanità, quanto in quella del mondo animale le due leggi fondamentali del differenziamento e del perfezionamento non sono dovute che a cause puramente meccaniche, non sono che le necessarie conseguenze della scelta naturale esercitata dalla lotta per l'esistenza.

Forse nelle precedenti considerazioni vi si è affacciata la domanda: « Forsechè queste due leggi non sono identiche? forsechè il progresso non è sempre necessariamente collegato colla divergenza? ». A questa domanda si è spesso risposto affermativamente, e, p. es., Carlo Ernesto Baer, uno dei dotti più eminenti nel campo della storia dell'evoluzione, ha come una delle supreme leggi che dominino il processo di

formazione dei corpi animali emesso la sentenza che « il grado di sviluppo (o perfezionamento) sta nel grado di differenziamento delle parti » (20). Per quanto questo detto sia in complesso giusto, tuttavia esso non ha un valore generale. Piuttosto si vede in molti singoli casi che divergenza e progresso non coincidono affatto. *Non ogni progresso è un differenziamento, e non ogni differenziamento è un progresso.*

Anzitutto, per quanto riguarda il perfezionamento o *sviluppo progressivo*, già anticamente, guidati da considerazioni puramente anatomiche, si aveva stabilita la legge, che certamente il perfezionamento dell'organismo riposa in gran parte sulla divisione di lavoro dei singoli organi e delle singole parti del corpo, ma che tuttavia vi sono anche altre modificazioni organiche che determinano un progresso nell'organizzazione. Una di queste è sopratutto la *diminuzione di numero delle parti omologhe*. Comparate, per esempio, i crostacei inferiori, che posseggono numerosissime paia di zampe, ed i millepiedi (miriapodi) coi ragni che posseggono sempre solamente quattro paia di zampe, e cogli insetti, che ne han sempre tre sole paia. Qui, come in molti altri simili esempi voi trovate confermata questa legge. La riduzione nel numero delle paia di zampe è, nell'organizzazione degli artropodi, un progresso. Così pure la riduzione numerica dei pezzi vertebrali omologhi del tronco costituisce pei vertebrati un progresso nella loro organizzazione. I pesci ed anfibi che hanno un grandissimo numero di vertebre omologhe sono già per questo più bassi ed imperfetti che gli uccelli ed i mammiferi, in cui non solo le vertebre sono in complesso più differenziate, ma anche il numero delle vertebre omologhe è molto minore. Secondo la stessa legge della riduzione numerica i fiori con numerosi stami sono più imperfetti che i fiori delle piante affini i quali hanno un piccolo numero di stami, e così via. Se dunque in origine v'era nel corpo un gran numero di parti omologhe, e se questo numero nel corso di molte generazioni è andato man mano diminuendo, questa modificazione è stata un perfezionamento.

Un'altra importante legge di progresso, che appare affatto indipendente dal differenziamento, e che anzi sembra in certo qual modo opposta ad esso, è la legge della *centralizzazione*. In generale l'intero organismo è tanto più perfetto, quanto più unitaria è la sua organizzazione, quanto più le parti sono subordinate al tutto, quanto sono centralizzate le funzioni e gli organi di esse. Così, p. es., il sistema vascolare è il più perfetto là dove esiste un cuore centralizzato. Così pure la massa midollare accumulata che forma il midollo spinale dei vertebrati e la catena ventrale degli articolati superiori è più perfetta che non la catena gangliare decentralizzata degli articolati inferiori od il sistema gangliare sparso dei molluschi. Le colonie dei sifonofori come gli stati civili dell'uomo hanno una perfezione ed esercitano un'attività tanto superiore quanto più grande è il loro accentramento. Con tutto ciò non si deve dimenticare che il concetto di perfezione è solo relativo, non già assoluto. Vista la difficoltà che presenta nei singoli casi la spiegazione delle complicate leggi del progresso, io non posso qui addentrarmici maggiormente e, per quanto le riguarda, devo rimandare agli eccellenti studi morfologici del Bronn ed alla mia *Morfologia generale* (*Morf. gen.*, I, 370, 550; II, 257, 266).

Mentre dunque da una parte si presentano dei fenomeni di progresso affatto indipendenti dalla divergenza, d'altra parte noi incontriamo spesso dei differenziamenti che non rappresentano un perfezionamento ma piuttosto sono invece un *regresso*. È facile vedere che le modificazioni subite da ogni animale o pianta non possono sempre essere miglioramenti. Piuttosto molti fenomeni di differenziamento sono bensì

di immediato vantaggio all'organismo, ma sono pur dannosi inquanto essi influenzano la sua funzionalità generale. Soventi ha luogo un ritorno a più semplici condizioni di vita e, per adattamento a queste, un differenziamento in direzione retrograda. Quando, p. es., organismi che finallora facevano vita libera si abituano alla vita parassitica, essi in causa di questa regrediscono. Animali che finallora possedevano un sistema nerveo ben sviluppato ed acuti organi di sensi li perdono abituandosi alla vita parassitica; essi subiscono una maggior o minor regressione. Qui il differenziamento è per se stesso un regresso sebbene esso sia vantaggioso pel parassita stesso. Nella lotta per l'esistenza un simile animale che si è abituato a vivere a spese d'altri conservando i suoi occhi ed i suoi organi di moto che non gli servono più a nulla farebbe un puro sciupo di materiale, e quando egli perde questi organi una quantità di materiale che serviva alla nutrizione di queste parti viene risparmiata a beneficio di altre parti. Nella lotta per la vita fra i diversi parassiti avranno dunque vantaggio sugli altri quelli che hanno meno esigenze, e ciò favorisce il loro *regresso.*

Come avviene in questi casi per l'organismo intero, così avviene anche delle parti dei singoli organismi. Anche un differenziamento di queste parti che conduca ad un parziale regresso ed in ultimo persino alla perdita di qualche organo è per se stesso un regresso ma può tuttavia essere utile all'organismo nella lotta per l'esistenza. Si combatte più facilmente e meglio se non si hanno bagagli inutili. Perciò è che noi troviamo dappertutto nel corpo degli animali e vegetali adulti dei processi di divergenza che producono essenzialmente il regresso ed infine la scomparsa di singole parti. Ora qui ci si presenta prima d'ogni altra l'importantissima ed istruttiva serie di fenomeni degli *organi rudimentari o atrofizzati.*

Vi rammentate che già nella prima conferenza ho accennato a questa notevolissima serie di fenomeni come ad una delle più decisive testimonianze in favore della dottrina della discendenza. Noi abbiamo designato col nome di organi rudimentali od « abortiti » quelle parti del corpo che sono disposte per un determinato scopo che tuttavia non raggiungono. Vi richiamo alla mente gli occhi di quegli animali che vivono all'oscuro in cavità o sotterra e che perciò non possono mai usufruire dei loro occhi. In questi animali noi troviamo nascosti sotto alla pelle veri occhi, spesso così ben sviluppati come quelli degli animali realmente veggenti, e tuttavia questi occhi non funzionano mai e non possono funzionare non foss'altro che pel fatto che essi sono ricoperti da una pelle opaca e che perciò nessun raggio di luce vi può cadere (cf. sopra pag. 19). Nei progenitori di questi animali che vivevano liberamente alla luce del giorno gli occhi erano ben sviluppati, coperti dalla cornea trasparente, e servivano realmente alla visione. Ma essi andarono man mano abituandosi alla vita sotterranea, sfuggirono alla luce del giorno e non adoperarono più i loro occhi, e questi regredirono e divennero inetti alla visione.

Evidentissimi esempi d'organi rudimentari sono infine le ali degli animali che non possono volare, p. es., fra gli uccelli, le ali dei corridori (struzzo, casoar, ecc.). Questi uccelli si sono disabituati dal volare e perciò hanno perduto l'uso delle ali, mentre invece coll'abituarsi a correre rapidamente le loro zampe si sono straordinariamente sviluppate. Ma ciò malgrado le ali ci sono ancora sebbene in forma atrofizzata. Molto spesso si trovano simili ali atrofiche nella classe degli insetti di cui la maggior parte possono volare. Fondandosi sulla anatomia comparata e su altre basi noi possiamo tirare con sicurezza la conclusione che tutti gli insetti ora viventi (tutti gli ortotteri, coleotteri, imenotteri, rincoti, ditteri, lepidotteri, ecc.) derivano da

una sola forma progenitrice, un insetto-stipite che possedeva due serie di ali sviluppate e tre paia di zampe. Ora vi sono tuttavia numerosissimi insetti in cui o una od entrambe le paia di ali sono più o meno ridotte e molti in cui esse sono persino interamente scomparse. Per es., in tutto l'ordine delle mosche o ditteri è abortito o quasi interamente perduto il paio d'ali posteriore, negli strepsitteri per contro l'anteriore. Inoltre in ogni ordine d'insetti voi trovate singoli generi o specie in cui le ali sono più o meno regresse o scomparse. Quest'ultimo è specialmente il caso pei parassiti. Spesso le femmine sono senz'ali mentre i maschi sono alati, p. es., nelle lucciole (*Lampyris*), negli strepsitteri, ecc.

Evidentemente questo parziale o totale regresso delle ali degli insetti è nato per scelta naturale nella lotta per l'esistenza. Infatti noi troviamo precedentemente gli insetti senz'ali là dove il volo sarebbe ad essi inutile od anche decisamente dannoso. Se, p. es., degli insetti che abitano in isole volano molto e bene, può facilmente accadere che volando essi siano trasportati in mare dal vento. Ora è un fatto che l'attitudine al volo è diversamente sviluppata secondo gli individui. Gli individui cattivi volatori hanno dunque un vantaggio sui buoni volatori; essi vengono meno facilmente trasportati in mare e rimangono più a lungo in vita che gli individui della stessa specie i quali volano bene. Nel corso di molte generazioni per opera della scelta naturale questa circostanza deve necessariamente condurre ad un completo abortimento delle ali. Noi avremmo già potuto trarre teoricamente questa conclusione ed ora la troviamo qui confermata da molte osservazioni. In realtà sulle isole segregate il rapporto tra gli insetti senz'ali e quelli alati è notevolmente grande, molto maggiore che per gli insetti di terraferma. Così, p. es., secondo il Wollaston delle 550 specie di coleotteri che abitano l'isola di Madera, 200 sono attere o provviste di ali così imperfette che essi non possono più volare; e di 29 generi che sono esclusivamente propri di quell'isola non meno di 23 non contengono che di tali specie. È chiaro che questa notevole circostanza non si deve spiegare colla speciale saviezza del Creatore, ma colla selezione naturale; il non uso ereditario delle ali, il divezzarsi dal volare pel contrasto dei venti pericolosi ha procurato qui ai coleotteri più pigri un grande vantaggio nella lotta per l'esistenza. In altri insetti atteri la mancanza d'ali era poi vantaggiosa per altri motivi. Considerata in sè, la perdita delle ali è un regresso, ma per l'organismo, sotto queste peculiari condizioni di vita essa è un grande vantaggio nella lotta per la vita.

Di altri organi rudimentali non citerò più qui a mo' d'esempio che i polmoni dei serpenti e delle lucertole serpentiformi. Tutti i vertebrati polmonati (anfibi, rettili, uccelli e mammiferi, hanno un paio di polmoni, uno destro ed uno sinistro. Quando però il corpo si assottiglia straordinariamente e si estende in lunghezza, come nei serpenti e nei saurii anguiformi, allora uno dei polmoni non trova più posto accanto all'altro, ed è pel meccanismo della respirazione un evidente vantaggio che solo un polmone sia sviluppato. Un solo polmone grosso fa qui più che due piccoli l'uno presso l'altro, e perciò noi troviamo fra questi animali quasi costantemente sviluppato solo il polmone destro o il sinistro. L'altro è affatto atrofico sebbene sia presente come inutile rudimento. Per altre ragioni in quasi tutti gli uccelli l'ovario destro è atrofizzato e senza funzione, il solo ovario sinistro è sviluppato e produce tutte le uova.

Che anche l'uomo possegga simili organi rudimentari affatto inutili e superflui l'ho già ricordato nella prima conferenza, ed allora ho citato come tali i muscoli che muovono le orecchie. Ad essi appartiene ancora il notevole rudimento di coda che l'uomo possiede nelle sue tre a cinque vertebre caudali, e che nell'embrione umano, durante

i due primi mesi dello sviluppo, sporge ancor fuori liberamente (cfr. tav. II e III). Più tardi esso si nasconde interamente nella carne. Questa codina atrofica dell'uomo è un'irrefragabile testimonianza pel fatto innegabile che egli discende da progenitori caudati. Nella donna, la coda è per solito di una vertebra più lunga che nell'uomo; nel coccige femmineo si possono soventi distinguere nettamente cinque singole vertebre, nel maschile per solito solamente quattro. In stadii embrionali anteriori il loro numero è ancor maggiore. Sono ancor presenti nella coda dell'uomo anche dei muscoli rudimentali che una volta la movevano. Le scimmie antropoidi ecaudate (gorilla, chimpansè, orang, gibbon) si comportano sotto questo rispetto interamente come l'uomo.

Un altro organo rudimentale dell'uomo, che però si trova solo nel maschio, e che si trova egualmente in tutti i mammiferi maschi, sono le ghiandole mammarie del petto. Come è noto queste, regolarmente, non son funzionanti che nel sesso femminile. Frattanto di diversi mammiferi, sopratutto dell'uomo, delle capre e delle pecore, si conoscono casi isolati in cui le ghiandole mammarie anche nel sesso maschile erano ben sviluppate e fornivano latte per l'alimentazione del nato. L'Humboldt incontrò nelle foreste vergini dell'America meridionale un uomo solitario la cui moglie era morta nel parto. Nella sua perplessità egli aveva appressato al proprio seno il neonato, e col perdurare dello stimolo esercitato dai prolungati moti succiatorii di quest'ultimo sulle ghiandole lattifere rudimentari la loro spenta attività era stata di nuovo richiamata in vita.

Un simile caso interessante ce l'offrono i già ricordati muscoli rudimentali del padiglione umano; per solito la loro primiera attività è interamente spenta, ma ciò non di meno alcune persone, in seguito a durevole esercizio, possono ancora impiegarli a muovere le orecchie (pag. 18). Del resto gli organi rudimentali nei diversi individui della stessa specie hanno spesso uno sviluppo molto diverso, negli uni abbastanza grande, negli altri piccolissimo. Questa circostanza è molto importante per la loro spiegazione, come pure l'altra circostanza che essi negli embrioni od almeno in età molto precoce sono relativamente al resto del corpo molto più grandi e forti che negli organismi sviluppati ed adulti. Ciò è sopratutto facile a verificare negli organi sessuali rudimentari delle piante (stami e stili), che io ho già citato precedentemente. Questi sono relativamente molto più grossi nel giovane bottone che nel fiore sviluppato.

Già anteriormente (pag. 20) ho osservato che gli organi rudimentali od atrofici appartengono ai più validi argomenti pel concetto naturale monistico o meccanico. Se gli avversari di esso, dualisti e teleologi, comprendessero lo straordinario peso di questo fatto, essi per ciò solo dovrebbero già convertirsi. I ridicoli tentativi fatti per spiegarli, che gli organi rudimentali siano stati dati dal Creatore agli organismi « per amor di simmetria » o per « ornamento » o « per rispetto al suo piano generale di struttura » dimostrano a sufficienza tutta l'importanza di quell'erroneo concetto. Io devo qui ripetere che, quand'anche noi non conoscessimo nulla degli altri fenomeni evolutivi, già solo in base agli organi rudimentali noi dovremmo tener per vera la teoria della discendenza. Nessun avversario di essa ha potuto lasciar cadere su questi rimarchevolissimi ed importantissimi fenomeni almeno l'ombra di una spiegazione accettabile. Non vi è quasi alcuna forma superiore di piante od animali che non abbia qualche organo rudimentale, e quasi sempre si può verificare che essi son prodotti della scelta naturale, che essi si sono atrofizzati per non uso o desuetudine.

I fenomeni di questo *regresso* si comportano precisamente al rovescio di quelli del *progresso* che noi osserviamo nella produzione di nuovi organi per l'abitudine a speciali condizioni di vita e per l'uso di parti non ancora ben sviluppate. Per verità

si afferma spesso dai nostri avversari che il prodursi di parti affatto nuove non si possa per nulla spiegare colla teoria della discendenza. Frattanto questa spiegazione, per coloro che non sono digiuni dell'anatomia e fisiologia comparata, non offre per solito alcuna difficoltà. Ognuno che conosca l'anatomia comparata e l'embriologia trova l'origine di nuovi organi così poco inconcepibile come qui l'intera sparizione di organi rudimentari. Lo sparire di questi ultimi, considerato per sè, è l'opposto della origine dei primi. Entrambi questi processi sono fenomeni di differenziamento che noi possiamo spiegare come tutti gli altri affatto semplicemente e meccanicamente coll'azione della scelta naturale nella lotta per l'esistenza.

Se noi esaminiamo attentamente il primo apparire di nuovi organi, noi d'ordinario non osserviamo altro se non il maggior accrescimento di una parte d'un organo già esistente. Ora pel fatto che questa parte secondo le leggi della divisione di lavoro e dello scambio di lavoro assume altre funzioni, si manifesta subito il differenziamento di forma che, secondo il principio della selezione, conduce poco alla volta alla formazione di un nuovo organo. Questo sviluppo progressivo vien determinato dalle leggi fisiologiche dell'accrescimento e della nutrizione nella stessa guisa che lo è nel caso opposto il regresso negli organi rudimentali.

L'importanza generale che hanno gli organi rudimentali per gravi questioni fondamentali di filosofia naturale non può essere troppo apprezzata (cfr. il XIX capitolo della mia *Morfologia generale*, X, pag. 266). Su di essi si può fondare una speciale « dottrina disteleologica » (della mancanza d'adattamento allo scopo) come contrapposto alla vecchia e volgare « dottrina teleologica » (finalistica). Mentre quest'ultima, la teleologia dualistica, ci conduce in ultimo al dogma sopranaturale ed al miracolo, colla prima, la disteleologia monistica, noi guadagniamo un solido fondamento per la nostra spiegazione meccanica della natura; essa ci conduce, per mezzo della « meccanica teleologica » al puro monismo (XIV conferenza).



TREDICESIMA CONFERENZA

Ontogenesi e filogenesi.

Importanza generale della storia dell'embrione (ontogenesi). — Deficienza della nostra istruzione moderna. — Fatti dell'evoluzione individuale. — Corrispondenza dell'embriogenesi nell'uomo e nei vertebrati. — L'uovo dell'uomo. — Fecondazione. — Immortalità. — Segmentazione dell'uovo. — Formazione dei foglietti embrionali. — Gastrulazione. — Storia embrionale del sistema nervoso centrale, delle estremità, degli arti branchiali e della coda. — Nesso causale fra la storia dell'embrione (ontogenesi) e la storia della stirpe (filogenesi). — La legge biogenetica fondamentale. Evoluzione riassuntiva (palingenesi) ed evoluzione alterata (cenogenesi). — Gradazione dell'anatomia comparata. — Rapporto di essa colla serie evolutiva paleontologica ed embriologica.

Signori!

Nella vasta sfera delle persone colte le quali oggidì portano un interesse più o meno vivo alle nostre dottrine evolutive, i fatti dell'evoluzione organica non sono disgraziatamente quasi affatto noti *de visu.* L'uomo stesso, come gli altri mammiferi, viene partorito in forma già sviluppata. Il pulcino sguscia dall'uovo in forma già compiuta, sviluppata, come gli altri uccelli. Ma i mirabili processi per cui si originano queste forme perfette di animali sono ai più interamente ignoti. E tuttavia in questi processi poco osservati sta nascosta una sorgente di cognizioni che per importanza generale non viene sorpassata da nessun' altra. Poichè qui l'*evoluzione* ci sta davanti *come fatto palpabile*, e non abbiamo d'uopo che di mettere un certo numero d'uova di gallina nell' incubatrice e di seguire attentamente col microscopio il loro sviluppo per tre settimane per comprendere per qual miracolo da una sola semplice cellula si sviluppi un uccello di elevata organizzazione. Passo per passo noi possiamo seguire cogli occhi questa meravigliosa metamorfosi, e passo per passo noi possiamo osservare come un organo si sviluppa dall'altro.

Già per questo motivo che solo in questo campo i *fatti* dell'evoluzione ci appaiono davanti agli occhi in palpabile realtà, io ritengo indispensabile di attirare la vostra speciale attenzione su quei processi infinitamente importanti ed interessanti sull'*ontogenesi o sviluppo individuale degli organismi*, e sopratutto sull'*embriologia dei vertebrati*, incluso l'uomo. Vorrei raccomandare alle vostre meditazioni in modo affatto particolare questi fenomeni straordinariamente notevoli ed istruttivi di cui troverete una estesa esposizione nella mia *Antropogenia* (56); infatti da un lato essi fanno parte dei più validi argomenti in favore della teoria della discendenza ed in generale del *concetto naturale monistico*, d'altra parte essi sono stati sinora apprezzati solo da pochi in modo corrispondente alla loro immensa importanza generale.

Deve in vero recar meraviglia il considerare qual profonda ignoranza regna ancora presentemente nella massima parte della società sui fatti dello sviluppo individuale

dell'uomo e degli organismi in genere. Questi fatti, di cui non è nemmeno possibile valutare sufficientemente l'importanza generale, sono stati stabiliti, nei loro principii fondamentali più importanti, già da oltre un secolo, nell'anno 1759, dal grande naturalista tedesco Gaspare Federico Wolff nella sua classica *Theoria generationis.* Ma nella stessa guisa come la teoria della discendenza fondata nel 1809 dal Lamarck sonnecchiò per un mezzo secolo, e solo nel 1859 fu di nuovo richiamata dal Darwin a vita immortale, così anche la teoria dell'epigenesi del Wolff rimase ignota per quasi mezzo secolo. Solo dopo che l'Oken ebbe pubblicata nel 1806 la sua storia dello sviluppo del canal digerente, e che il Meckel nel 1812 ebbe tradotto in tedesco l'opera di Wolff sullo stesso argomento, la teoria di quest'ultimo fu generalmente nota e formò d'allora in poi la base di tutte le ricerche successive sulla storia dello sviluppo individuale. Lo studio dell'embriologia prese allora un potente incremento e presto apparvero le classiche ricerche dei due amici Cristiano Pander (1817) e Carlo Ernesto Baer (1819). Specialmente per la memorabile *Storia dello sviluppo degli animali* del Baer (20) i fatti più notevoli riguardanti l'ontogenesi dei vertebrati vennero stabiliti con osservazioni così eccellenti e spiegati con sì segnalate riflessioni filosofiche, che essa divenne il fondamento indispensabile per comprendere questo importantissimo fra i gruppi animali, al quale del resto appartiene pure l'uomo. Quei fatti basterebbero già da soli a sciogliere il problema del posto dell'uomo nella natura e con ciò a spiegare il più elevato di tutti i problemi. Osservate e paragonate attentamente le otto figure che sono disegnate sulle tavole II e III, e voi riconoscerete che non si può apprezzare troppo l'importanza filosofica dell'embriologia (v. pag. 177 e 178).

Ora è ben lecito domandare: che sanno le nostre classi cosidette *colte*, che hanno un così grande concetto della coltura del secolo decimonono, che sanno, dico, di questi importantissimi fatti biologici, di questi fondamenti indispensabili per comprendere il loro proprio organismo? Che ne sanno i nostri teologi e filosofi speculativi, i quali pensano con mere speculazioni e con ispirazione divina di poter giungere a comprendere l'organismo umano? Anzi che ne sanno persino i più dei naturalisti, non esclusi molti cosidetti *zoologi* (compresi gli entomologi)?

La risposta a questa domanda è ben vergognosa, e noi dobbiamo di buon grado o no confessare che quegli inapprezzabili fatti della storia dell'embrione umano ancor oggi sono alla maggior parte degli uomini affatto sconosciuti. Persino da molti che li conoscono essi non sono affatto apprezzati in modo conveniente. Qui vi si paleserà nettamente in qual via obliqua ed unilaterale si trovi ancora presentemente la decantata coltura del secolo decimonono. Ignoranza e superstizione sono le basi su cui la maggior parte degli uomini fondano le loro idee riguardo al loro proprio organismo ed ai suoi rapporti col complesso delle cose, e quei fatti palpabili della storia della evoluzione che potrebbero spargere sopra di ciò la luce della verità vengono ignorati.

La colpa principale di questo fatto lamentevole e dannoso cade certamente sulla nostra istruzione scolastica superiore, soprattutto sulla nostra cosidetta *istruzione classica;* strettamente inceppata nella scolastica del medio evo, essa non può ancor ma decidersi a ricevere in sè gli immensi progressi fatti dallo studio della natura nel nostro secolo. Rimane sempre come cómpito essenziale, non già l'estesa conoscenza della natura, di cui noi stessi siam parte, e l'odierno mondo della scienza in cui viviamo, ma piuttosto l'esatta conoscenza della storia degli antichi stati, e, prima di tutto, della grammatica greca e latina. Certo la profonda conoscenza dell'antichità classica è un elemento importantissimo ed indispensabile della nostra coltura superiore; ma dello

intenderla con amore siamo ben più in debito ai pittori e scultori, ai poeti epici e drammatici che non ai filologi classici ed ai più temuti grammatici. Ma per godere e comprendere quei poeti non c'è bisogno di leggerli nel testo primitivo più che non ce ne sia bisogno per la Bibbia. L'enorme spreco di tempo e di attività che è richiesto dal lussuoso *sport* della grammatica classica sarebbe speso infinitamente meglio nello studio del meraviglioso mondo di fenomeni che solo nell'ultimo mezzo secolo ci fu reso accessibile dai giganteschi progressi della storia naturale, specialmente dalla geologia, biologia ed antropologia.

Sventuratamente invece la sproporzione fra la cognizione del mondo reale la quale si allarga di giorno in giorno, ed il punto fisso limitato della nostra coltura giovanile cosidetta ideale, si fa ogni giorno più grande. Appunto quegli uomini colti i quali esercitano la maggiore influenza sulla coltura pratica, i teologi ed i giuristi, e così pure gli insegnanti favoriti, filologi e storici, son quelli che sanno meno dei più importanti fenomeni del mondo realmente esistente e della vera storia della natura. La struttura e l'origine della nostra terra, come quella del nostro proprio corpo umano, elevata dai meravigliosi progressi della moderna geologia ed antropologia al grado di uno dei più interessanti oggetti di studio, rimangono ignote ai più. Parlare dell'uovo umano e del suo sviluppo passa o per una favola ridicola, o per una grossolana sconvenienza. E tuttavia essa ci apre una serie di fatti realmente sconosciuti, i quali per interesse generale e per alta importanza non vengono sorpassati da nessun altro in tutto il nostro campo delle cognizioni umane.

Certamente questi fatti importantissimi non sono propri a piacere a quelli che ammettono una profonda distinzione tra l'uomo e il resto della natura, e che sopratutto non vogliono accettare l'origine animale del genere umano. Specialmente presso quei popoli in cui, in seguito ad un falso concetto delle leggi dell'eredità, esiste una distinzione ereditaria di caste, i membri delle privilegiate classi dominatrici devono esserne molto spiacevolmente toccati. È noto che ancor oggi in molti popoli civili la graduazione ereditaria delle classi è così spinta che, per esempio, la nobiltà crede di avere natura affatto diversa dalla borghesia, e che i nobili i quali commettono un delitto disonorevole, in pena di esso vengono esclusi dalla casta nobile e vengono abbassati alla casta dei paria della *comune* borghesia. Che dovranno pensare questi gentiluomini del sangue che corre nelle loro arterie privilegiate quando essi apprendano che tutti gli embrioni umani, nobili e plebei, durante i primi due mesi dello sviluppo si possono a mala pena distinguere dai caudati embrioni del cane e di altri mammiferi?

Poichè lo scopo di queste conferenze si è solo di promuovere la generale cognizione delle verità naturali, e di dare maggior diffusione ad un giusto concetto dei rapporti dell'uomo col resto della natura, voi troverete senza dubbio ragionevole che io non prenda in considerazione quello speciosissimo pregiudizio di una situazione eccezionale, privilegiata, dell'uomo nella creazione. Piuttosto vi porrò innanzi semplicemente i fatti embriologici da cui voi stessi potrete trarre le conclusioni sull'inanità di quei pregiudizi. Tanto più vorrei pregarvi di meditare profondamente su questi fatti dell'ontogenesi, inquantochè è mia ferma convinzione che il generale conoscimento di essi non può essere che di aiuto al nobilitamento intellettuale e con esso al perfezionamento psichico del genere umano.

Dall'infinitamente ricco ed interessante materiale sperimentale che ci è offerto dalla embriologia dei vertebrati rileverò dapprima alcuni fatti che hanno la massima importanza tanto per la teoria della discendenza in generale, quanto per la sua applicazione

all'uomo. L'uomo al principio della sua esistenza individuale è un semplice uovo, una piccola cellula, tanto come ogni altro organismo animale che nasca per via di generazione sessuale. L'uovo umano è essenzialmente simile a quello di tutti gli altri mammiferi, e sopratutto dall'uovo dei mammiferi superiori non lo si può affatto distinguere. L'uovo disegnato nella figura 5 potrebbe tanto provenire dall'uomo o dalla scimmia, come dal cane, dal cavallo o da qualsiasi altro mammifero superiore. Non solo la forma e la struttura, ma anche la grandezza dell'uovo è nella maggior parte dei mammiferi la stessa che nell'uomo, cioè circa di un decimillimetro di diametro, la centoventesima parte di un pollice, cosicchè in circostanze favorevoli si può scorgere l'uovo ad occhio nudo come un minuto punticino. La differenza che esiste veramente fra le uova dei differenti mammiferi e degli uomini non sta nella forma, ma bensì nella combinazione chimica, nella composizione molecolare del composto albuminoide di carbonio da cui l'uovo essenzialmente risulta. Queste minute differenze individuali che esistono fra tutte le uova, specialmente nella struttura molecolare del nucleo, riposano verosimilmente sullo adattamento indiretto o potenziale (e cioè specialmente sulla legge dell'adattamento individuale); esse non si possono percepire, è vero, coi mezzi d'osservazione estremamente grossolani dell'uomo, ma si devono riconoscere, per motivi indiretti ben fondati, come le prime cause della distinzione originaria di tutti gli individui.

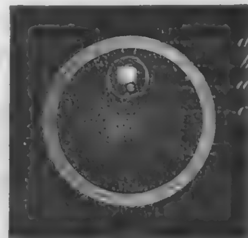


Fig. 5. — L'uovo dell'uomo (ingr. 100 volte).
a) Nucleolo (cosidetta macchia germinativa); *b*) Nucleo (cosidetta vescicola germinativa dell'uovo); *c*) Protoplasma (cosidetto vitello o tuorlo dell'uovo); *d*) Membrana (membrana vitellina dell'uovo, che nei mammiferi, per la sua trasparenza, è detta zona pellucida). Le uova degli altri mammiferi hanno interamente la medesima forma.

L'uovo dell'uomo è, come quello di tutti gli altri animali, una vescicola sferica, che contiene tutti gli elementi essenziali di una semplice cellula organica (fig. 5). La parte essenziale di esso è la sostanza mucilaginosa della cellula, cioè il *protoplasma* (*c*) che nell'uovo viene detto tuorlo o *vitello*, ed il *nucleo* (*b*) che vi è rinchiuso, il quale porta qui il nome speciale di *vescicola germinativa*. Quest'ultima è una sfericciola tenera e ialina di albumina, del diametro di circa $^1/_{50}$ di millimetro ed include ancora un granulo rotondo molto più piccolo, nettamente limitato (*a*), al *nucleo* (chiamato *macchia germinativa*). Esternamente la cellula-uovo del mammifero è limitata da una pellicola trasparente come vetro, la *membrana della cellula*, o membrana vitellina, la quale qui porta il nome speciale di *zona pellucida* (*d*). Le uova di molti animali inferiori (per esempio di molte meduse) sono invece cellule nude, senza nessun involgio esterno.

Tostochè l'uovo (*ovulum*) del mammifero ha raggiunto il suo intero grado di maturità, esso esce fuori dall'ovario della femmina in cui erasi prodotto ed arriva all'ovidotto, e per questo stretto canale giunge in quel serbatoio più grande che è la matrice od utero. Se frattanto l'uovo viene fecondato dal seme maschile (sperma) che gli viene incontro, allora esso in questo serbatoio si sviluppa ulteriormente in un embrione, e non ne esce prima che quest'embrione sia completamente sviluppato e proprio a venire al mondo per mezzo del parto in istato di giovane mammifero.

Il processo della *fecondazione*, che prima passava per uno dei fenomeni più enigmatici e meravigliosi, pei grandi progressi scientifici dell'ultimo decennio ci è diventato interamente chiaro ed intelligibile, grazie sopratutto alle segnalate ricerche

dei fratelli Oscar e Riccardo Hertwig (54), di Edoardo Strassburger, del Bütschli e di molti altri. Noi sappiamo ora che la fecondazione dell'uovo, che è l'essenza della generazione sessuale, non è poi altro che una *fusione di due differenti cellule*, la cellula spermatica paterna e la cellula-uovo materna. Delle migliaia di piccole cellule flagellate e mobili che si trovano in una gocciolina di umor seminale maschile, una entra nella cellula-uovo femminea e si fonde completamente con essa. In questa fusione delle due cellule sessuali, l'essenziale si è la *copulazione dei due nuclei*. Il nucleo spermatico del maschio si fonde col nucleo dell'ovulo della femmina, e così nasce il nuovo nucleo-stipite, il nucleo della nuova cellula-stipite (*cytula*).

Già da 23 anni, nella mia *Morfologia generale* (vol. I, pag. 288), io avevo così determinato il significato dei due elementi cellulari attivi: « All'interno *nucleo* spetta la cura di trasmettere i *caratteri ereditarii*, all'esterno *plasma* (o *cytoplasma*) per contro spetta quello dell'*adattamento* alle condizioni del mondo esterno ». Questa proposizione è stata interamente confermata dalle numerose accuratissime ricerche degli ultimi tempi. Il *nucleo spermatico* maschile trasmette nella fecondazione i caratteri ereditari del *padre*, mentre il *nucleo dell'ovulo* femmineo trasmette le particolarità della *madre*.

La cellula-stipite (*cytula*) o la cosidetta *cellula-uovo fecondata* (spesso anche detta impropriamente *prima cellula di segmentazione*) è per conseguenza *un essere affatto nuovo*. Infatti come la sua sostanza è un prodotto materiale della fusione della cellula seminale paterna e della cellula-uovo materna, così anche le proprietà vitali indivisibili da essa sono un misto delle particolarità fisiologiche d'entrambi i genitori. La mescolanza individuale del carattere che ogni nato ha ereditata da entrambi i genitori è da ricondursi al mescolarsi delle due masse nucleari al momento della fecondazione. In questo importantissimo istante comincia pure per la prima volta l'esistenza vitale dell'individuo, non già colla nascita che nell'uomo accade solo nove mesi più tardi.

L'importanza generale di questi interessantissimi processi è ben lungi dall'essere apprezzata dalle masse nel modo che essa merita. Per non accennare qui che ad una delle loro più importanti conseguenze, noteremo che essi gettano una luce affatto nuova sulla questione dell'*immortalità*. Il dogma dell' immortalità *personale* dell'uomo era già stato, per vero, interamente confutato già da un mezzo secolo dai grandi progressi della fisiologia ed ontogenia comparata, e dalla comparata psicologia e psichiatria; frattanto potevano pur sempre sussistere ancora alcuni dubbi se non almeno *una parte* della nostra vita psichica fosse indipendente dal cervello, e si dovesse ricondurre all' attività di un' *anima* immateriale. Ora, dopo che noi conosciamo esattamente il processo della fecondazione, dopo che noi sappiamo che persino le più delicate particolarità psichiche dei due genitori possono essere coll' atto della fecondazione trasmesse ereditariamente al nato, e che questa eredità non riposa che sulla fusione dei due nuclei cellulari copulantisi, tutti quei dubbi sono caduti. Deve parere completamente assurdo il parlare ancora dell' immortalità delle persone umane quando noi sappiamo che questa persona, con tutte le sue proprietà individuali di corpo e di mente, non è nata che nell'atto della fecondazione, e che perciò la sua esistenza ha un *principio definito*. Come potrebbe questa persona avere una *vita eterna* senza fine? La persona umana, come quella di qualunque altro individuo pluricellulare non è che un fenomeno transitorio della vita organica. Colla sua morte la catena delle sue attività vitali cessa così completamente come essa coll'atto della fecondazione aveva avuto il suo cominciamento.

Le modificazioni e trasformazioni per cui nell' interno dell'utero deve passare l'uovo fecondato prima che esso assuma la forma del giovane mammifero sono estremamente rimarchevoli; sin dal principio il loro uovo è nell'uomo affatto lo stesso che negli altri mammiferi. Dapprima l'uovo fecondato di mammifero si comporta esattamente come un organismo unicellulare che voglia per parte sua riprodursi e moltiplicarsi indipendentemente, per esempio come un'ameba (cfr. fig. 2, pag. 102), cioè la semplice cellula-uovo, pel processo di scissione che vi ho già anteriormente descritto, si divide in due cellule (fig. 6, A).

Il medesimo processo di divisione cellulare si ripete ora più volte di seguito. Nello stesso modo da due cellule (fig. 6, A) ne nascono quattro (fig. 6, B), da quattro otto (fig. 6, C), da otto sedici, da queste ne vengono trentadue e così via. Ogni volta la

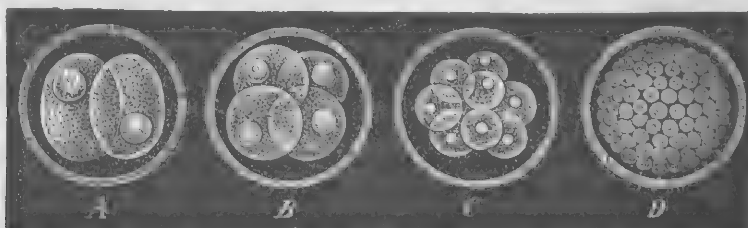


Fig. 6. — Primo inizio dello sviluppo dell'uovo di mammifero, la cosidetta segmentazione (moltiplicazione della cellula-uovo per ripetuta divisione).

A) L'uovo col formarsi del primo solco si scinde in due cellule; *B*) Queste dimezzandosi si scindono in quattro cellule; *C*) Queste ultime si sono divise in otto cellule; *D*) Per la continuata divisione è nato un ammasso sferico di numerose cellule, la *morula*.

divisione del nucleo precede quella del protoplasma. Siccome la divisione di questo ultimo comincia sempre col formarsi di un *solco* annulare superficiale, si chiama per solito l'intero processo la *solcatura dell'uovo* (o *segmentazione*), ed i prodotti di essa, le piccole cellule nascenti per continuata bipartizione, si dicono *sfere di solcatura* (o *di segmentazione*) (Blastomeri). Frattanto tutto il processo non è altro che una semplice *scissione cellulare*, soventi ripetuta. Infine dalla prolungata divisione o *segmentazione* dell'uovo di mammifero nasce la cosidetta *morula*, una sfera simile ad una mora, la quale è costituita da numerosissime sferule che sono cellule nude nucleate (fig. 6, D). Queste cellule sono le pietre da costruzione da cui si fabbrica il corpo del giovane mammifero. Ognuno di noi era in origine una simile sfera semplice moriforme, costituita solo di piccole cellule, una morula.

L'ulteriore sviluppo dell'ammasso sferico di cellule che forma ora il corpo del giovane mammifero, sta dapprima in ciò che, per l'accumularsi di liquido nel suo interno, esso si trasforma in una vescica sferica. Questa vescica viene detta *vescicola embrionale* (*blastula* o *vescicola blastodermica*). La parete di essa è solo costituita in principio da cellule omogenee. Presto però in un punto della parete nasce uno ispessimento discoide, pel rapido moltiplicarsi delle cellule in quel punto; questo ispessimento è ora la base pel vero corpo dell'embrione, mentre la rimanente parte della blastula viene impiegata solo nella nutrizione dell'embrione stesso. Il disco ispessito che forma l'accenno dell'embrione, prende presto un aspetto dapprima ovale allungato, che poi, insenandosi il margine destro e sinistro, piglia la forma di suola o biscotto (fig. 7, pag. 175). In questo stadio dello sviluppo, nella prima formazione del germe od embrione, sono ancora essenzialmente uguali fra loro non solo tutti i

mammiferi, compreso l'uomo, ma ancora in generale tutti i vertebrati, cioè tutti i mammiferi, uccelli, rettili, anfibi e pesci; in parte non li si può affatto distinguere, in parte si può distinguerli l'un dall'altro solo per la loro dimensione o per differenze secondarie di forma, come pure per la formazione degli invogli e dell'appendice vitellina. In tutti il corpo non risulta da altro che da due sottili strati di semplici cellule; questi giaciono l'uno sopra l'altro come due sottili fogli rotondi e si chiamano perciò i *foglietti germinativi primari*. Il foglietto esterno o superiore è il *foglietto cutaneo* (*exoderma*), l' interno od inferiore invece è il *foglietto intestinale* (*entoderma*).

La forma embrionale del corpo animale che risulta solo in tal guisa dai due foglietti germinativi primari è comune a tutti gli animali pluricellulari (o metazoi). La generale diffusione di questa forma embrionale bifoliata in tutti i metazoi, e la conseguente *omologia dei due foglietti germinativi primari* è stata da me affermata dapprima nel 1872 nella mia *Monografia delle spugne calcari* (50) e l'ho poi dimostrata estesamente nei miei *Studi sulla teoria della gastrea* (15). Poichè in questa importantissima forma embrionale nel suo semplice aspetto originario rassomiglia ad un bicchiere a doppia parete (tav. V, fig. 8, 18; tav. XII, fig. A 4, B 4) io la chiamai *embrione a bicchiere* (*Becherkeim* o *Gastrula*), chiamando *gastrulazione* il processo della sua formazione. Di ciò parlerò estesamente più tardi (nella XX conferenza). Già allora (nel 1872, vol. I, pag. 467 e altrove) dalla notevole corrispondenza della gastrula in tutti gli animali multicellulari io conclusi che tutti questi metazoi (secondo la legge fondamentale biogenetica) dovettero discendere originariamente da una sola forma-stipite comune, e questa forma-stipite ipotetica, costituita essenzialmente come la gastrula caliciforme, è la gastrea.

La gastrula dei mammiferi, come quella di molti altri animali superiori, in seguito alle particolari condizioni sotto le quali si sviluppa, ha perduto la forma originaria di bicchiere, e preso la forma discoide che abbiamo descritta. Ma questo *disco germinativo* (*disco-gastrula*) non è che una modificazione secondaria della gastrula primitiva. Anche in essa, come in quest' ultima, i due foglietti germinativi primari si scindono poi dopo nei *quattro foglietti germinativi secondari*. Anche questi non risultano da altro che da cellule omogenee; ognun d'essi ha però per la formazione del corpo del vertebrato un significato differente. Dal foglietto germinativo superiore od esterno nasce solo l' epidermide insieme colle parti centrali del sistema nerveo (midollo spinale e cervello); dal foglietto interiore od interno nasce solo la pelle tenera interna (epitelio) che tappezza tutto il canal digerente della faringe sino all'ano, e tutte le appendici ghiandolari di esso (polmoni, fegato, ghiandole salivari, ecc.); dai due foglietti germinativi mediani interposti fra essi nascono tutti gli altri organi (cfr. sui processi dello sviluppo embrionale nell'uomo e negli animali la mia *Antropogenia* (56) ed i miei *Studi sulla teoria della gastrea*) (15).

Ora i processi pei quali da un così semplice materiale da costruzione, dai quattro semplici foglietti germinativi composti solo di cellule, si formano le parti eterogenee e complicatissime del corpo del vertebrato maturo sono dapprima riputate divisioni e con ciò moltiplicazione delle cellule, secondariamente la divisione di lavoro o differenziamento di queste cellule, terzo l'ineguale accrescimento dei gruppi di cellule, e, in quarto luogo, il collegarsi delle cellule così eterogeneamente sviluppate o differenziate per formare i diversi organi. Così nasce il graduale progresso o perfezionamento che possiamo seguire passo per passo nello svolgersi della vita embrionale. Le semplici cellule embrionali che vogliono comporre il corpo del vertebrato si comportano come

i cittadini che vogliono fondare uno stato. Gli uni assumono questa funzione, gli altri quell'altra e la compiono a benefizio del complesso. Per questa divisione di lavoro e di forma, come pure nel perfezionamento (il progresso organico) che vi è collegato diviene possibile a tutto lo stato di far ciò che ai singoli individui era impossibile. L'intero corpo del vertebrato, come quello di ogni organismo multicellulare, è con ciò uno stato cellulare repubblicano; esso può dunque compiere delle funzioni organiche che la singola cellula solitaria (per esempio un'ameba od una pianta unicellulare) non avrebbe mai potuto compiere (59).

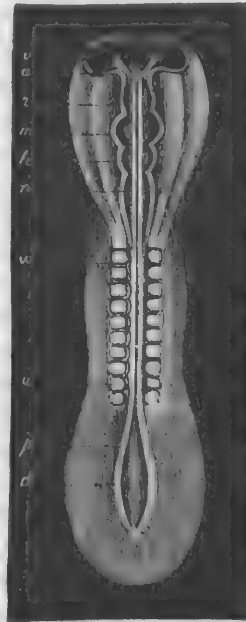


Fig. 7. — Embrione di un mammifero od uccello in cui le cinque ampolle cerebrali si sono appena formate.

v) Cervello anteriore; *z*) Cervello intermedio; *m*) Cervello mediano; *h*) Cervello posteriore; *n*) Cervello terminale; *p*) Midollo spinale; *a*) Vescic. ocul.; *w*) Protovertebre; *d*) Corda dorsale.

A nessun uomo ragionevole passerà pel capo di cercare nelle disposizioni adatte, che si trovano in tutti gli stati umani pel benefizio del complesso e dei singoli individui il risultato dell'azione determinata di un creatore personale sopraterrestre. Piuttosto sa ognuno che queste organizzazioni adatte dello stato sono la conseguenza della cooperazione dei singoli cittadini e del loro governo, come pure del loro adattamento alle condizioni d'esistenza del mondo esterno. Ora è nello stesso modo che noi dobbiamo giudicare l'organismo multicellulare. Anche in questo le disposizioni adatte non sono che la naturale e necessaria conseguenza della cooperazione, del differenziamento e del perfezionamento dei singoli cittadini, cioè delle cellule, e non per avventura disposizioni artificiose di un creatore agente con scopo determinato. Se voi ponderate bene questo paragone e lo sviluppate più oltre, vi apparirà chiara la stravaganza di quel concetto dualistico che cerca nelle disposizioni acconcie dello organismo l'azione di un piano di creazione.

Seguiamo ora alcuni passi più in là l'evoluzione individuale del corpo del vertebrato, e vediamo che cosa cominciano per fare i cittadini di quest' organismo embrionale. Nella linea mediana del disco violiniforme (fig. 7) che è composto dai quattro foglietti germinativi cellulari, si forma un sottile solco diritto, il cosidetto *solco primitivo;* per esso il corpo violiniforme vien diviso longitudinalmente in due metà uguali, o due antimeri, l'uno destro, l'altro sinistro. Da ogni lato di quel solco il foglietto germinativo esterno o superiore si solleva in forma di una ripiegatura longitudinale, amendue le ripiegature si fondono poi insieme sulla linea mediana al disopra del solco e formano così un tubo cilindrico. Questo tubo si chiama canale medullare, poichè esso è il primo rudimento del sistema nervoso centrale, del *midollo spinale.* Da principio esso è acuminato davanti e di dietro, e così esso rimane per tutta la vita negli infimi vertebrati, gli *Amphioxus*, privi di cervello e di cranio (acranii). Ma in tutti gli altri vertebrati, che si distinguono da questi ultimi sotto il nome di animali con cranio (cranioti), si fa presto visibile una differenza fra l'estremità anteriore e la posteriore del canale midollare, poichè la prima si gonfia e si trasforma in una vescica rotonda, che è il rudimento del *cervello.* In tutti i cranioti, cioè in tutti i vertebrati provvisti di cranio o di cervello, il cervello stesso, che da principio non è che il prolungamento vescicolare dell'estremità anteriore del midollo spinale, si divide presto in cinque vesciche poste l'una dietro

l'altra, prodotte dall'apparire di quattro costrizioni trasversali superficiali. Queste cinque vescicole od *ampolle cerebrali*, da cui in seguito si sviluppano tutte le diverse parti di quell'organo di così complicata costruzione che è il cervello, si possono vedere nella loro disposizione primitiva nell'embrione disegnato nella figura 7. È tutt'uno che si consideri l'embrione d'un cane, d'un pollo, d'una tartaruga o di qualsiasi altro vertebrato superiore. Infatti gli embrioni dei diversi cranioti (almeno delle tre classi superiori, dei rettili, uccelli e mammiferi) nello stadio rappresentato nella figura 7, non si possono ancor distinguere affatto o solo per caratteri affatto secondari. La forma complessiva del corpo è ancora estremamente semplice, null'altro che un disco sottile in forma di foglia. Viso, gambe, interiora, ecc. mancano ancora completamente. Ma le cinque ampolle cerebrali sono già esattamente distinte le une dalle altre.

La prima ampolla, *il cervello anteriore* (v) è il più importante, inquantochè esso forma principalmente i cosidetti *grandi emisferi* del cervello p. d., cioè di quella parte che è la sede della più elevata attività psichica. Quanto maggiore in un vertebrato è lo sviluppo di quest'ultima, tanto più le due metà laterali del cervello anteriore, cioè gli emisferi, crescono a spese delle quattro rimanenti ampolle e si dispongono anteriormente e superiormente sopra le altre. Nell'uomo, in cui essi hanno relativamente il maggiore sviluppo, corrispondentemente allo sviluppo mentale superiore, essi vengono in seguito a coprire dal disopra quasi interamente le altre parti (cf. Tav. II e III). La seconda ampolla, il cervello intermedio (z), forma specialmente quelle parti del cervello che si chiamano *lobi ottici*, ed ha i più stretti rapporti cogli occhi (a), i quali sporgono fuori dal cervello anteriore a destra e sinistra sotto forma di due vescicole e che più tardi giaciono sul cervello intermedio. La terz'ampolla o *cervello mediano* (m) va in massima parte a formare le cosidette *eminenze quadrigemine*, parte molto convessa del cervello, la quale è fortemente sviluppata sopratutto nei rettili ed uccelli (fig. E, F, tav. II), mentre nei mammiferi essa regredisce molto più (fig. G, H, tav. III). La quarta ampolla, il *cervello posteriore* (h) forma i cosidetti *piccoli emisferi*, cioè gli emisferi e la parte mediana del cervelletto (*cerebellum*), parte dell'encefalo sulla cui significazione si sono espresse le supposizioni più contradittorie, che però sembra prevalentemente regolare la coordinazione dei movimenti. Finalmente la quinta ampolla, il cervello terminale (n), si trasforma in quella importantissima parte del sistema nervoso centrale che si chiama midollo allungato (*medulla oblongata*). Essa è l'organo centrale dei moti respiratori e di altre importanti funzioni, e la sua alterazione produce subito la morte, mentre si possono esportare in parte ed infine interamente distruggere i grandi emisferi del cervello anteriore (od organo dell'*anima* in stretto senso) senza che per ciò il vertebrato muoia, solo con ciò spariscono le sue attività psichiche superiori.

Queste cinque ampolle cerebrali sono originariamente, in tutti i vertebrati che abbiano un cervello, uniformemente disposte, e solo poco alla volta prendono poi così differente sviluppo nei vari gruppi, che diventa in seguito molto difficile nei cervelli interamente sviluppati il riconoscere di nuovo le parti uguali. Nello stadio primitivo di sviluppo, che è rappresentato nella fig. 7, è ancora interamente impossibile distinguere tra di loro gli embrioni dei diversi mammiferi, uccelli e rettili. Se voi invece paragonate fra di loro gli embrioni molto più sviluppati delle tavole II e III voi riconoscerete già chiaramente il disforme sviluppo, e sopratutto noterete che il cervello dei due mammiferi (G) ed (H) differisce fortemente da quello degli uccelli (F) e dei rettili (E). In questi due ultimi mostra già la sua preponderanza il cervello mediano,

nei primi invece il cervello anteriore. Ma anche in questo stadio il cervello dell'uccello (F) è appena differente da quello della tartaruga (E), e così pure il cervello del cane (G) è ancora adesso quasi uguale a quello dell'uomo (H). Se voi invece confrontate l'uno coll'altro i cervelli di questi quattro vertebrati in istato adulto voi li troverete in tutte le loro particolarità anatomiche così diversi che voi non potete essere un momento in dubbio per sapere a qual animale appartenga ogni cervello.

Vi ho spiegato l'uguaglianza primitiva ed il differenziamento che solo poco alla volta interviene e poi va sempre crescendo nell'embrione dei diversi vertebrati prendendo specialmente come esempio il cervello, poichè appunto quest' organo della attività psichica ha un interesse affatto speciale. Avrei potuto però invece di esso citarvi ugualmente il cuore o le estremità, in breve, qualunque altra parte del corpo; si ripete qui sempre la stessa meraviglia di creazione, cioè il fatto che tutte le parti nei diversi vertebrati sono in origine uguali, e che solo poco alla volta si sviluppano le loro differenze. Nelle mie conferenze sulla *Storia dello sviluppo dell'uomo* (56) trovate citati degli esempi per ogni singolo organo.

Vi sono certamente poche parti del corpo che abbiano un così diverso sviluppo come le *estremità* dei vari vertebrati (cfr. più sotto tav. IV e la sua spiegazione in appendice). Ora io vi prego di confrontare l'una coll'altra, nelle figure A-H sulle tav. II e III, le estremità anteriori (*bv*) dei diversi embrioni e voi sarete appena in grado di riconoscere qualche notevole differenza fra il braccio dell'uomo (H *bv*), l'ala dell'uccello (F *bv*), l'esile estremità anteriore del cane (G *bv*) e la tozza zampa anteriore della tartaruga (E *bv*). Nè, paragonando in queste figure le estremità posteriori (*bh*) sarete maggiormente in grado di trovare in che cosa la gamba dell'uomo (H *bh*), e dell'uccello (F *bh*), la zampa posteriore del cane (G *bh*) e della tartaruga (E *bh*) si distinguano fra di loro. Tanto le estremità anteriori che le posteriori non sono ancora ora che brevi e larghe piastre alla cui espansione terminale i rudimenti delle cinque dita sono ancor collegati da una membrana natatoria. In uno stadio ancora anteriore (fig. A-D) le cinque dita non sono ancora nemmeno presenti, ed è affatto impossibile distinguere persino le estremità anteriori dalle posteriori. Tanto queste come quelle non sono altro che semplicissimi prolungamenti tondeggianti che sono venuti fuori ai lati del tronco. Nello stadio primitivo rappresentato dalla fig. 7, esse mancano anzi interamente, e tutto l'embrione non è che un semplice tronco senza traccia di estremità.

Negli embrioni della quinta settimana, rappresentati nelle tavole II e III, in cui voi non potete ancora riconoscere alcuna traccia dell'animale adulto, io vorrei ancora farvi specialmente notare una struttura estremamente importante che originariamente è comune a tutti i vertebrati, che però in seguito si trasforma nei più diversi organi. Voi tutti conoscete certamente gli *archi branchiali* dei pesci, quegli archi ossei che in numero di tre o quattro l'un dietro l'altro stanno ai due lati del collo e che portano gli organi respiratorii dei pesci, le branchie (doppie serie di rosse lamelle che il volgo chiama *orecchie dei pesci*). Questi archi branchiali e le fessure branchiali che stanno fra essi sono nell'uomo (D) e nel cane (C), nel pollo (B) e nella tartaruga (A) originariamente presenti tanto come in tutti i rimanenti vertebrati (Nelle figure A-D i tre archi branchiali del lato destro del collo sono designati colle lettere *k* 1, *k* 2, *k* 3). Ora solo nei pesci essi conservano la primiera disposizione e si sviluppano in organi respiratorii. Nei rimanenti vertebrati essi vengono impiegati parte nella costituzione del viso, parte in quella degli organi uditivi.

Finalmente non voglio mancare di richiamare ancora la vostra attenzione sulla piccola coda dell'uomo (tav. II, III, 4), che esso nel suo rudimento primitivo ha comune con tutti gli altri vertebrati. Il ritrovamento di « uomini colla coda » fu per lungo tempo aspettato ansiosamente da molti monisti per poter fondare su di ciò una più stretta affinità dell'uomo cogli altri mammiferi. E così pure i loro avversari dualisti rilevano spesso con orgoglio che l'intera mancanza della coda formi una delle più importanti differenze corporali fra l'uomo e gli animali, dimenticando con ciò i molti animali senza coda che ci sono realmente. Ora l'uomo nel primo mese dello sviluppo possiede una vera coda tanto come le scimmie ecaudate che gli sono più strettamente affini (orang, scimpansé, gorilla) e come i vertebrati in generale. Ma, mentre essa nel maggior numero, p. es., nel cane (fig. *C*, *G*), nel corso dello sviluppo diventa sempre più lunga, nell'uomo (fig. *D*, *H*) e nei mammiferi ecaudati, da un certo punto dello sviluppo in poi, regredisce ed infine svanisce interamente. Frattanto anche nell'uomo adulto si può ancora riconoscere il residuo della coda nelle tre a cinque vertebre caudali (*vertebrae coccygeae*) le quali formano l'estremità posteriore od inferiore della colonna vertebrale; testimoni non fallaci della discendenza da progenitori caudati (pag. 165).

Anche presentemente il più degli uomini non vogliono riconoscere la più importante conseguenza della teoria della discendenza, lo sviluppo paleontologico dell'uomo da mammiferi pitecoidi e poi da mammiferi inferiori e ritengono impossibile una simile trasformazione della forma organica. Ma io vi domando: forsechè i fenomeni dello sviluppo individuale dell'uomo, di cui vi ho qui presentato le linee generali, sono meno meravigliosi? Non è forse rimarchevole al più alto grado che tutti i vertebrati delle più diverse classi, pesci, anfibi, rettili, uccelli e mammiferi, nei primi tempi del loro sviluppo embrionale non si possano assolutamente distinguere? e che persino molto tardi, in un tempo in cui rettili ed uccelli si distinguono già chiaramente dai mammiferi, il cane e l'uomo siano ancora quasi identici? In verità quando si confrontano tra loro quelle due serie di sviluppo e si domanda a se stesso quale delle due è più meravigliosa, deve sembrarci molto più enigmatica l'*ontogenesi* o la breve e rapida storia evolutiva dell'*individuo* che non la *filogenesi*, o la lunga e lenta storia dell'evoluzione della *stirpe;* poichè la stessa grandiosa variazione di forma e metamorfosi viene portata da quest'ultima nel corso di molte migliaia d'anni, dalla prima invece nel corso di pochi mesi o settimane. È manifesto che questa rapidissima e curiosissima trasformazione dell'individuo che si ha nell'ontogenesi e che noi possiamo stabilire *di fatto* per osservazione diretta è per se stessa molto più meravigliosa, molto più stupefacente che la corrispondente ma molto più lenta e graduata trasformazione subìta nella filogenesi dalla lunga serie d'antenati dello stesso individuo.

Entrambe le serie dell'evoluzione organica, l'ontogenesi dell'individuo e la filogenesi della stirpe a cui esso appartiene, stanno fra loro nel più intimo rapporto causale. *La storia del germe è un riassunto della storia della stirpe*, o, con altre parole, l'*ontogenesi* è una ricapitolazione della *filogenesi*. Nel secondo volume della mia *Morfologia generale* (4) ho cercato di dar ampio fondamento a questa teoria che io ritengo estremamente importante e nella mia « *Antropogenia* » (56) l'ho sviluppata per ciò che riguarda l'uomo stesso. Come ho dimostrato allora per ogni singolo sistema di organi dell'uomo, *l'ontogenesi ossia lo sviluppo dell'individuo, è una breve e rapida ripetizione (una ricapitolazione) della filogenesi o della evoluzione della stirpe cui esso appartiene* cioè dei precursori che formano la catena dei progenitori del relativo individuo, *la quale ripetizione è determinata dalle leggi dell'eredità e*

dell'adattamento. Questo dato fondamentale è la più importante legge generale dell'evoluzione organica, la *legge fondamentale biogenetica* (cfr. i miei « *Studi sulla teoria della gastrea* », 1877, pag. 70).

La corrispondenza di molte forme embrionali di animali superiori colle forme sviluppate di animali inferiori sistematicamente affini è così notevole che essa non era sfuggita già all'antica filosofia naturale. L'Oken, il Treviranus ed altri vi accennarono già al principio del nostro secolo. Il Meckel parlò già nel 1821 di un'« uguaglianza tra lo sviluppo dell'embrione e del regno animale ». Il Baer già nel 1828 spiegò criticamente la questione del grado in cui entro un tipo (per esempio, fra i vertebrati) le forze embrionali degli animali inferiori trapassino per le forme definitive degli inferiori. Ma di comprendere veramente questa maravigliosa uguaglianza non poteva naturalmente parlarsi finchè la teoria della discendenza non era ancor giunta ad essere riconosciuta. Quando finalmente nel 1859 il Darwin ottenne questo riconoscimento egli accennò pure in breve nel capitolo XIV del suo lavoro fondamentale alla grande importanza dell'embriologia. A fondo e con completa chiarezza l'ha poi spiegata dapprima Fritz Müller pigliando ad esempio la classe dei crostacei nel suo eccellente scritto « *Für Darwin* » (16). Io stesso ho quindi dato alla sua teoria una forma più precisa esprimendola colla mia « *Legge fondamentale biogenetica* » e l'ho sviluppata più oltre negli studi intorno alla teoria della gastrea come pure nell'Antropogenia.

Nell'intima connessione fra la storia embrionale e genealogica io vedo una delle più importanti ed incontrastabili prove della teoria della discendenza. Nessuno può concepire questi fenomeni se non si riferisce alle leggi dell'eredità e dell'adattamento. A tal riguardo meritano un'attenzione affatto speciale quelle che noi abbiamo anteriormente spiegato come *leggi dell'eredità accorciata, e dell'eredità omocrona ed omotopa*. Quando un organismo così elevato e complicato come l'uomo od un altro mammifero si innalza da quel semplice stadio cellulare, quando egli progredisce nel suo differenziamento e perfezionamento, egli passa per una serie di trasformazioni per cui i suoi antenati animali, hanno passato durante enormi periodi di tempo in epoche remotissime. Già prima io ho accennato a questo importantissimo parallelismo fra lo sviluppo individuale ed il genealogico (p. 17).

Certi stadii embrionali molto inferiori ed antichi dell'uomo e dei vertebrati superiori in generale corrispondono affatto a certe strutture che perdurano tutta la vita nei pesci inferiori. Segue allora una trasformazione del corpo pisciforme in un corpo anfibiforme. Solo molto più tardi si sviluppa da questi il corpo di mammifero coi suoi caratteri e qui di nuovo negli studi evolutivi che si susseguono si può riconoscere una serie di gradi di modificazione progressiva che corrispondono manifestamente alle diversità di vari ordini e famiglie di mammiferi. Ora nella stessa successione noi vediamo anche apparire gli uni dopo gli altri nella storia della terra gli antenati dell'uomo e dei mammiferi superiori: dapprima pesci, poi anfibi, più tardi mammiferi inferiori e poi superiori. Così lo sviluppo embrionale dell'individuo scorre affatto parallelo allo sviluppo paleontologico dell'intera stirpe cui esso appartiene, e questo fenomeno estremamente interessante ed importante si deve semplicemente spiegare coll'azione combinata delle leggi dell'eredità e dell'adattamento.

Del resto per comprendere ed applicare rettamente la legge fondamentale biogenetica, si deve pensare che la ripetizione della catena originaria delle forme progenitrici per parte della corrispondente catena di forme embrionali raramente (o, a rigor di termini, mai) è interamente completa. Infatti le mutevoli condizioni d'esistenza esercitano

la loro azione su ogni singola forma embrionale tanto come sull'organismo sviluppato. Inoltre la legge dell'eredità abbreviata (pag. 113) produce una semplificazione costante sul processo originario di sviluppo. D'altra parte però l'embrione adattandosi a nuove condizioni di vita (per esempio, col formarsi di invogli protettori) può pigliare nuove forme le quali mancavano alla figura originaria, trasmessa dall'eredità, della forma-stipite. Necessariamente dunque la figura della forma embrionale (specialmente negli stadi posteriori) deve differire più o meno dalla figura originaria della forma-stipite corrispondente, e ciò tanto maggiormente quanto più elevato è l'organismo.

In seguito a ciò tutti i fenomeni dell'embriogenia ossia dell'evoluzione individuale (ontogenesi) si dividono essenzialmente in due diversi gruppi: il primo gruppo comprende l'evoluzione primitiva o *sviluppo riassuntivo* (palingenesi) e ci pone ancora oggi davanti agli occhi quelle antichissime condizioni di struttura che sono state trasmesse per *eredità* dalle forme-stipiti primitive. (così, per esempio, nell'embrione umano gli archi branchiali, la corda dorsale, la coda, ecc.). Il secondo gruppo invece contiene lo *sviluppo alterato* od evoluzione falsata (cenogenesi) ed altera l'aspetto originario del processo evolutivo coll'introduzione di nuovi aspetti estranei che mancavano alle antiche forme-stipiti e che furono acquistati dalle forme embrionali solo per *adattamento* alle condizioni speciali del loro sviluppo individuale (così, per esempio, nell'embrione umano gli invogli dell'uovo, il sacco vitellino, la placenta, ecc.).

In ogni stadio ed apprezzamento critico dello sviluppo individuale si deve dunque anzitutto distinguere quanta parte dei fatti embriologici costituisca un *documento palingenetico* (appartenente alla storia ricapitolata) e quanta sia d'altra parte un'*alterazione cenogenetica* di quei documenti (appartenente alla storia falsata). Quanto più nella storia embrionale di un organismo è conservata per *eredità* la primitiva *palingenesi*, tanto più fedele è l'immagine che essa ci dà della sua storia genealogica; quanto maggiore invece è stata per l'alterazione prodotta dalla *cenogenesi* nell'*adattamento* delle forme embrionali, tanto più quell'immagine è sbiadita o rimossa.

L'importante parallelismo fra la serie evolutiva paleontologica e l'individuale attira ora la nostra attenzione su una terza serie di fenomeni, che ha con esse i più intimi rapporti e che pure ad essi scorre in complesso parallela. Si tratta di quella gradazione di forme che è l'oggetto delle ricerche dell'*anatomia comparata* e che noi chiameremo qui brevemente l'*evoluzione sistematica*. Noi intendiamo con ciò la catena di forme diverse ma pur tuttavia affini e connesse che in qualsiasi epoca della storia della terra, così, per esempio, nel presente, esistono le *une presso le altre*. L'anatomia comparata confrontando fra loro le diverse forme definitive degli organismi sviluppati cerca di riconoscere il tipo primitivo che sta a base delle forme molteplici delle affini specie, generi, classi, ecc., e che rimane più o meno nascosto solo pel loro differenziamento. Essa cerca di stabilire la gradazione del progresso la quale è determinata dal diverso grado di perfezionamento dei rami divergenti dello stipite. Così, per rimanere negli esempi citati, l'anatomia comparata ci mostra come i singoli organi e sistemi di organi del tipo dei vertebrati si sono inegualmente sviluppati, differenziati e perfezionati nelle diverse classi, famiglie e specie di esso. Essa ci spiega in quali rapporti la serie delle classi di vertebrati formi una scala ascendente dai pesci, per mezzo degli anfibi, ai mammiferi, e qui ancora dagli individui inferiori di mammiferi ai superiori. Qual chiara luce sparga il riconoscimento di questo graduato sviluppo degli organi potete vederlo dai lavori di anatomia comparata di Goethe, Meckel, Cuvier, Johannes Müller,

Gegenbaur, Huxley, Fürbringer, ecc.; questi ultimi applicando la teoria della discendenza hanno dato a quella scienza un aspetto affatto nuovo.

La gradazione delle forme sviluppate, che viene riconosciuta dall'anatomia comparata nei diversi gradi di divergenza e di progresso del sistema organico e che noi chiamiamo la serie evolutiva sistematica, corrisponde ad una parte della serie evolutiva paleontologica; essa considera il risultato anatomico di quest'ultima solo nel presente; essa è nello stesso tempo parallela alla serie evolutiva individuale la quale è ancora a sua volta parallela a quella paleontologica.

Lo svariato differenziamento e l'inegual grado di perfezionamento che vien verificato dall'anatomia comparata nella serie dell'evoluzione sistematica è essenzialmente determinato dalla crescente varietà delle condizioni biologiche cui si adattarono i diversi gruppi nella lotta per l'esistenza e dal diverso grado di rapidità e perfezione con cui accadde questo adattamento. I gruppi conservativi che si attennero più tenacemente ai caratteri ereditati rimasero in seguito a ciò al più basso grado di sviluppo. I gruppi più rapidamente e svariatamente progressivi che si adattarono più volentieri alle condizioni perfezionate di esistenza raggiunsero invece il più alto grado di perfezionamento. Quanto più nel corso della storia della terra si sviluppò il mondo organico, tanto maggiore dovette farsi la divergenza fra i gruppi inferiori conservativi ed i gruppi superiori progressivi come del resto si può vedere anche nella storia dei popoli. Così si spiega anche il fatto storico che i gruppi più perfetti di piante e di animali in tempo relativamente breve hanno raggiunto uno sviluppo notevolmente elevato mentre i gruppi infimi più conservativi, rimasero per tutti i tempi al livello originario oppure se progredirono alquanto fu solo molto lentamente e poco alla volta.

Anche la serie dei progenitori dell'uomo mostra chiaramente questa condizione di cose. I selaci dell'epoca presente stanno ancor molto vicini ai pesci primitivi che appartengono ai più antichi progenitori vertebrati dell'uomo; così pure i moderni anfibi inferiori (perennibranchiati e salamandre) son vicini agli anfibi che primi da quelli si svilupparono. Così pure fra gli ulteriori antenati dell'uomo i monotremi e marsupiali sono i più antichi mammiferi e nello stesso tempo i più incompleti animali di questa classe che vivano ancora oggidì. Le leggi a noi note dell'eredità e dell'adattamento bastano interamente a spiegarci questo fenomeno oltremodo importante ed interessante che possiamo chiamare brevemente il *parallelismo fra l'evoluzione individuale, paleontologica e sistematica*. Nessun avversario della teoria della discendenza è mai stato in grado di dare una spiegazione di questo meravigliosissimo fatto, mentre esso si spiega completamente secondo la teoria della discendenza colle leggi dell'eredità e dell'adattamento.

Volendo ben intendere questo parallelismo delle tre serie evolutive dovrete ancora determinarlo più precisamente nel modo seguente. *L'ontogenesi*, o storia dello sviluppo individuale di ogni organismo (embriologia o metamorfologia), costituisce una catena di forme semplice, non ramificata, una scala; lo stesso si dica di quella *parte della filogenesi* che contiene la storia dello sviluppo paleontologico dei *progenitori diretti* di ogni organismo individuale. Per contro l'*intera filogenesi*, che ci si presenta nel *sistema naturale* di ogni stirpe o phylum di organismi e che ricerca lo sviluppo paleontologico di *tutti* i rami di questo stipite, forma una serie evolutiva *ramificata*, arborescente, un vero albero genealogico. Studiate comparativamente nel presente i rami sviluppati di questo albero genealogico e raggruppateli secondo il grado del loro differenziamento e della loro affinità, allora voi otterrete la gradazione *sistematica*

dell'*anatomia comparata*. Quest'ultima, strettamente parlando, non è dunque parallela che in parte all'*intera* filogenesi ed anche solo in parte parallela all'ontogenesi; la stessa ontogenesi non è parallela che *ad una parte* della filogenesi.

In questi ultimi tempi si è molto disputato per sapere quale di quelle tre grandi serie evolutive possegga la maggior importanza pel trasformismo e pel riconoscimento della parentela genealogica. Questa disputa è superflua, poichè in generale tutte e tre hanno ugualmente un alto valore; però chi scruta la filogenesi deve per ogni singolo caso ricercare anticamente se debba attribuirsi maggior importanza ai dati della paleontologia o a quelli dell'ontogenesi o dell'anatomia comparata.

Tutti i fenomeni dell'evoluzione organica spiegati precedentemente, specialmente questo triplice parallelismo genealogico e le leggi del differenziamento e del progresso che si mostrano in queste tre serie dell'evoluzione organica, dànno prove estremamente importanti a favore della teoria della discendenza. Infatti solo con essa è possibile spiegarli mentre i suoi avversari non possono offrirci nemmeno l'ombra di una spiegazione. Senza la teoria della discendenza il *fatto* dell'evoluzione organica non si può nemmeno concepire. Perciò noi saremmo costretti, fondandoci su di essa, ad accettare la teoria della discendenza del Lamarck anche se noi non possedessimo la teoria darwiniana della selezione.



QUATTORDICESIMA CONFERENZA

Migrazione e distribuzione degli organismi. La corologia e l'epoca glaciaria della terra.

Fatti corologici e loro cause. — Origine monocrona delle singole specie in un unico sito: « centro di creazione ». — Diffusione per migrazione. — Migrazioni attive e passive degli animali e delle piante. — **Animali volanti. — Analogia fra gli uccelli e gli insetti. — Pipistrelli. — Mezzi di trasporto. — Trasporto dei germi per opera dell'acqua e del vento. — Continua variazione dell'area di diffusione in causa degli abbassamenti e sollevamenti del suolo. — Importanza corologica dei processi geologici. — Influsso della mutazione di clima. — Periodo glaciario.** — Sua importanza per la corologia. — Importanza della migrazione per l'origine di nuove specie. — **Isolamento dei coloni. — La « legge di migrazione » del Wagner. — Relazione della teoria della migrazione colla teoria della selezione. — Corrispondenza delle sue conseguenze con quelle della teoria della discendenza.**

Signori!

Come ho già più volte rilevato e come tuttavia non si può mai ripetere abbastanza, il valore intrinseco e l'invincibile forza della teoria della discendenza non sta in ciò che essa ci spieghi questo o quel singolo fatto, ma in ciò che essa ci *spiega il complesso dei fenomeni biologici*, che essa ci rende comprensibile nelle loro intime connessioni tutte le serie di fenomeni botanici e zoologici. Perciò ogni scienziato che pensi sarà tanto più fermamente e profondamente compenetrato della sua verità, quanto più dalle singole osservazioni biologiche egli eleva il suo sguardo ad una considerazione generale di tutto il territorio della vita degli animali e delle piante. Ora, da questo esteso punto di vista gettiamo lo sguardo sopra un gran territorio biologico i cui molteplici ed intricati fenomeni per mezzo della teoria della discendenza vengono spiegati in un modo particolarmente semplice e luminoso. Parlo della *corologia* o scienza della *distribuzione in ispazio degli organismi sulla superficie terrestre*. Intendo con ciò non solo la distribuzione *geografica* delle specie di animali e piante sulle diverse parti della terra e sulle provincie di esse, sui continenti ed isole, mari e fiumi; ma anche la loro distribuzione *topografica* e la loro distribuzione in senso *verticale*, il loro salire sulle altezze montuose, il loro discendere nelle profondità dell'oceano.

Come vi sarà noto, le strane serie di fenomeni corologici che ci sono presentate dalla distribuzione orizzontale degli organismi sopra le parti della terra e della loro distribuzione verticale in alto od in basso hanno già da gran tempo svegliato un interesse generale. In modo speciale Alessandro Humboldt, Federico Schouw e il Grisebach hanno trattato ampiamente la geografia delle piante, e il Berghaus, lo Schmarda ed il Wallace quella degli animali. Ma benchè questi e molti altri naturalisti abbiano notevolmente accresciute le nostre conoscenze sulla distribuzione delle forme animali

e vegetali e ci abbiano reso accessibile un ampio territorio scientifico pieno di fenomeni meravigliosi ed interessanti, tuttavia tutta la corologia rimaneva sempre null'altro che una conoscenza sconnessa di una quantità di singoli *fatti*. Non la si poteva chiamare una scienza finchè ci mancavano per spiegare questi fatti le *cause efficienti*. Queste cause prime ci sono state svelate per la prima volta solo dalla teoria delle migrazioni degli animali e delle piante che è intimamente collegata colla teoria della discendenza, e solo dopo il Darwin noi possiamo parlare di una *scienza* corologica indipendente. Dopo il Darwin l'hanno sopratutto promossa il Wallace e Maurizio Wagner.

Il primo naturalista che comprese chiaramente il concetto fondamentale della teoria delle migrazioni e riconobbe giustamente la sua importanza per l'origine di nuove specie fu il celebre geologo tedesco Leopoldo Buch. Nella sua « descrizione fisica delle isole Canarie » egli giunse già nel 1825, perciò 34 anni prima dell'apparizione dell'opera del Darwin, alle notevoli affermazioni che io già anteriormente vi ho riferito (nella quinta conferenza, pag. 62). In esse la migrazione, l'espansione e la localizzazione delle varietà sono stabilite come le tre più importanti cause esterne che producono la modificazione delle specie; il loro influsso basta per procurare la formazione di nuove specie colla reazione interna della variabilità e dell'ereditarietà. A tal riguardo il Buch, fondandosi sopratutto sulle estesissime osservazioni fatte da lui stesso in grandi viaggi, egli nota sopratutto l'alta importanza che ha la *localizzazione* od *isolamento* sulle isole segregate degli animali e delle piante che hanno migrato. Sventuratamente quest'ingegnoso geologo non sviluppò allora più oltre questo importante pensiero e non potè nemmeno persuadere della sua importanza il suo amico Alessandro Humboldt. Il Wagner però nel suo saggio su Leopoldo Buch e Carlo Darwin (1883) ha rilevato con ragione che il primo, per ciò che riguarda la teoria della migrazione deve essere considerato come il più importante precursore di quest'ultimo (65).

Se si considera per se stesso il complesso dei fenomeni della distribuzione geografica e topografica degli organismi indipendentemente dall'origine graduale delle specie e se nello stesso tempo, seguendo la solita superstizione, si considerano le diverse specie di animali e di piante come forme nate separatamente ed indipendenti l'una dall'altra, allora non ci resta altro che ammirare quei fenomeni come una variopinta collezione di meraviglie inconcepibili ed inesplicabili. Se però abbandoniamo questo limitato punto di vista ed ammettendo una consanguineità delle diverse specie ci eleviamo all'altezza della teoria dell'evoluzione, allora una luce limpida si spande immediatamente su quel mistico campo di prodigi; allora ci convinciamo immediatamente che tutti i fatti corologici diventano semplicemente e facilmente concepibili coll'ammettere una comune *discendenza* delle specie, collegata colla loro migrazione attiva e passiva.

Il più importante dato fondamentale da cui noi dobbiamo partire nella corologia e della cui verità ci persuadiamo solo che meditiamo profondamente la teoria sulla selezione, è questo, che normalmente ogni specie di animale e di pianta non è nata che *una sola volta* nel corso del tempo e in *un solo* punto del globo, nel suo così detto « centro di creazione » per effetto della scelta naturale. Io condivido incondizionatamente questa idea del Darwin riguardo alla maggioranza degli organismi superiori e perfetti; essa vale per la maggior parte delle piante e degli animali, in cui la divisione di lavoro ed il differenziamento di forma delle cellule ed organi che li costituiscono ha raggiunto un certo grado. Infatti è del tutto incredibile o potrebbe

solo accadere per un caso singolarissimo che tutte le molteplici ed intricate contingenze, tutte le diverse condizioni della lotta per la vita che esercitano la loro azione nell'originarsi di una nuova specie per scelta naturale, possano esattamente nella stessa riunione e nello stesso collegamento aver agito insieme più d'una volta nella storia della terra o contemporaneamente in diversi punti della superficie terrestre.

Per contro io ritengo molto verosimile che certi imperfettissimi organismi di semplicissima struttura, quindi specie di natura sommamente indifferente, come per es., molti protisti unicellulari (tanto alghe che amebe ed infusorii), ma sopratutto i più semplici di tutti quanti, le monere, siano nati a più riprese o contemporaneamente in più siti della terra. Infatti le poche semplici condizioni, per le quali nella lotta per la vita fu prodotta la loro conformazione specifica possono ben essersi ripetute soventi nel corso dei tempi o indipendentemente in vari siti della terra. Infine anche quelle forme specifiche superiori che si sono prodotte non per scelta naturale ma per *ibridismo*, le già ricordate specie ibride (pag. 81, 156), possono di nuovo essersi prodotte ripetutamente colla stessa forma in diversi luoghi. Poichè tuttavia questo numero relativamente piccolo d'organismi non ha qui per noi provvisoriamente alcun speciale interesse, noi possiamo, per quanto riguarda la corologia, fare astrazione da essi e non abbiamo da prendere in considerazione che la distribuzione del massimo numero di animali e di piante su cui per molti importanti motivi si può ritenere come sufficientemente accertata l'*origine monocrona* (avvenuta una sola volta) *delle specie in un solo sito*, nel suo cosidetto « centro di creazione ».

Ora ogni specie di animale e di pianta fin dal principio della sua esistenza si è sforzata di espandersi largamente oltre alla limitata località della sua origine, oltre i limiti del suo « centro di creazione » o più esattamente della sua *patria primitiva* o del suo *luogo d'origine*. Ciò è una necessaria conseguenza delle contingenze sopra mentovate della popolazione e della sovrapopolazione (pagg. 88, 142). Quanto più una specie d'animale o di pianta si moltiplica, tanto meno il suo limitato luogo di origine basta al suo mantenimento, tanto più ardente si fa la lotta per la vita, tanto più presto interviene una *sovrapopolazione* della patria e per conseguenza un'*emigrazione*. Queste migrazioni sono comuni a tutti gli organismi e sono esse la causa propria della vasta diffusione delle diverse specie di organismi sulla superficie terrestre. Come gli uomini dagli stati troppo popolosi, così gli animali e le piante emigrano generalmente dalla loro patria primitiva quando essa sia troppo popolata.

L'alta importanza di queste interessantissime migrazioni degli organismi era stata ripetutamente rilevata già prima da molti segnalati naturalisti, specialmente da Leopoldo Buch, dal Lyell, dallo Schleiden e da altri. I mezzi di trasporto pei quali esse accadono sono estremamente svariati. Il Darwin li ha trattati eccellentemente nell'undicesimo e dodicesimo capitolo della sua opera i quali sono esclusivamente dedicati alla « distribuzione geografica ». I mezzi di trasporto sono parte attivi, parte passivi, cioè l'organismo eseguisce le sue migrazioni parte con libera locomozione proveniente da esso stesso, parte per movimenti di altri corpi naturali a cui esso passivamente si affida.

Le *migrazioni attive* hanno naturalmente la parte principale negli animali liberamente locomobili. Quanto più l'organizzazione di un animale permette un libero movimento di esso in ogni direzione, tanto più facilmente questa specie d'animale può migrare e tanto più rapidamente può spargersi sopra la terra. I più favoriti sotto questo rapporto sono naturalmente gli animali *volatori* e specialmente tra i vertebrati

gli uccelli, tra gli artropodi gli insetti. Più facilmente di tutti gli altri animali queste due classi poterono subito dopo la loro origine spargersi per tutta la terra, e da ciò si spiega anche in parte la non comune conformità interna che segnala queste due grandi classi animali fra tutte le altre. Infatti, sebbene esse contengano un numero straordinario di differenti specie e sebbene la classe degli insetti possegga da sola, a quanto pare, più specie differenti che tutte le altre classi d'animali insieme, tuttavia tutte queste innumeri specie d'insetti, come pure dal canto loro le diverse specie di uccelli, si corrispondono in modo singolarissimo in tutte le particolarità essenziali della loro organizzazione. Perciò tanto nella classe degli insetti come in quella degli uccelli non si può distinguere che un piccolissimo numero di grandi gruppi naturali od « ordini », e questi pochi ordini differiscono pochissimo l'uno dall'altro nell'interna struttura. Gli ordini degli uccelli, così ricchi di specie, sono di gran lunga meno diversi fra loro che gli ordini, molto meno ricchi di specie, della classe dei mammiferi; e gli insetti, estremamente ricchi di forme generiche e specifiche, sono, per la interna struttura, molto più vicini fra loro che gli ordini, molto più piccoli, della classe dei crostacei. Il *parallelismo generale fra gli uccelli e gli insetti* è molto interessante anche sotto questo rapporto sistematico; la massima importanza che ha la loro ricchezza di forme per la morfologia scientifica sta in ciò che essi ci mostrano come entro stretti limiti anatomici, e senza profonde modificazioni nell'essenza della struttura interna si possa produrre la massima varietà nella forma esterna del corpo. Apparentemente la ragione di ciò sta nella vita aerea e nella più libera locomozione. In seguito ad essa tanto gli uccelli come gli insetti si sono sparsi rapidissimamente su tutta la superficie della terra, si sono stabiliti in tutte le possibili località inaccessibili ad altri animali ed allora, per adattamento superficiale ad innumerevoli condizioni locali determinate, hanno molteplicemente modificato la loro forma specifica.

Fra i vertebrati volanti hanno inoltre un interesse affatto speciale per la corologia anche i *pipistrelli*. Infatti non v'è isola distante più di trecento miglia marine dal più prossimo continente che possegga altri mammiferi terrestri indigeni. Invece su quelle isole segregate si trovano numerose specie di pipistrelli e molte singole isole o gruppi di isole sono segnalati pel possesso di specie affatto particolari od anche di generi propri di pipistrelli. Questo fatto mirabile si spiega semplicissimamente colla teoria della selezione e della migrazione, mentre senza di essa rimane un miracolo incomprensibile. I mammiferi terrestri, che non possono volare, non sono in grado di attraversare ampi tratti di mare e di raggiungere isole remote. Ciò è solo possibile ai pipistrelli i quali volano a lungo ed inoltre possono essere facilmente sbalestrati dalle tempeste a centinaia di miglia di lontananza. Gittati sopra un'isola remota essi dovranno adattarsi alle sue diversissime condizioni biologiche, ed i loro discendenti dovranno tosto o tardi trasformarsi in nuove specie od anche nuovi generi.

Dopo gli animali volanti, si sono naturalmente sparsi più rapidamente e più largamente quelli che dopo di essi erano i più atti a migrare, i migliori corridori fra gli animali terragnoli, i migliori nuotatori fra gli acquatici. Però l'attitudine a queste migrazioni attive non è solo limitata a quegli animali che per tutta la loro vita godono di libera locomozione. Infatti anche gli animali fissi, come per esempio i coralli, gli anellidi tubicoli, le ascidie, i crinoidi, i briozoi, i cirripedi e molti altri animali inferiori che aderiscono alle piante marine, alle pietre, ecc., godono tuttavia, almeno in gioventù, di una libera locomozione. Essi tutti migrano prima di fissarsi. Ordinariamente il loro primo stadio giovanile liberamente mobile è una larva ciliata, un corpicciolo

tondeggiante che va errando nell'acqua coll'aiuto di un rivestimento di mobili ciglia vibratili. Tutte queste larve ciliate natanti di animali inferiori si sono originariamente sviluppate dalla stessa forma embrionale primitiva, dalla *gastrula* (Tav. V, fig. 8, 18); anche questa è originariamente resa atta, da un mobile rivestimento ciliato, ad una ulteriore espansione.

Ma la facoltà della libera locomozione e con ciò anche della migrazione attiva non è limitata ai soli animali, ma ne godono anche molte piante. Molte piante acquatiche inferiori, sopratutto della classe delle alghe, nella loro prima gioventù nuotano liberamente nell'acqua, tanto come gli animali inferiori ora citati, per mezzo di ciglia, sia per mezzo di un flagello vibrante, sia con una pelliccia di ciglia vibratili, e solo più tardi si fissano. Persino per molte piante superiori, che noi chiamiamo striscianti e rampicanti si può parlare di una migrazione attiva. Il loro allungato fusto o rizoma si arrampica o striscia durante il suo lungo accrescimento, movendosi verso altri siti e si acquista, mediante i rami per solito ampiamente espansi, un nuovo sito d'abitazione fissandosi con gemme e producendo nuove colonie di altri individui della sua specie.

Per quanto influiscano queste migrazioni attive della maggior parte degli animali e delle piante tuttavia esse sarebbero ben lungi dal bastare a spiegarci la corologia degli organismi. Piuttosto sono sempre state di gran lunga più importanti ed hanno avuto un'influenza sproporzionatamente maggiore, almeno per la maggior parte delle piante e per molti animali, le *migrazioni passive.* Tali migrazioni passive sono prodotte da cause straordinariamente svariate. L'aria e l'acqua nel loro eterno movimento, il vento e le onde nelle loro molteplici correnti hanno in ciò la massima parte. Il vento solleva in alto in ogni sito ed in ogni tempo leggeri organismi, piccoli animali e vegetali ma sopratutto i loro germi giovanili, non di animali e semi di piante, e li trasporta lontano attraverso le terre ed i mari. Dove essi cadono nell'acqua vengono presi dalle correnti o dalle onde e trasportati in altri siti. Vi è noto da numerosi esempi quanto lungi dalla loro patria originaria possano in molti casi essere trasportati dalle correnti fluviali e marine tronchi d'alberi, frutti dall'invoglio duro ed altre parti difficilmente distruggibili delle piante. Tronchi di palmizi vengono portati dal Gulfstream dalle Indie Occidentali ai lidi britanni e norvegesi. Tutte le grandi correnti fluviali trascinano dalle montagne legni galleggianti e spesso piante alpine dai paesi dove esse hanno le sorgenti, giù nel piano e più oltre fino al loro sbocco in mare. Fra le radici di queste piante così trasportate, fra i rami dei tronchi natanti stanno spesso numerosi abitatori di essi i quali devono prender parte a questa migrazione passiva. La corteccia degli alberi è coperta di muschi, licheni ed insetti parassiti. Altri insetti, ragni, ecc., persino piccoli rettili e mammiferi stanno appiattati nei cavi dei tronchi o si tengono tenacemente ai rami. Nella terra che rimane appiccicata fra le fibre radicali, nella polvere che sta aderente nelle screpolature della corteccia si trovano numerosi germi di piccoli animali e piante. Se ora il tronco così trasportato approda felicemente su una costa straniera o su un'isola lontana, allora gli ospiti che dovettero prender parte a quel viaggio involontario abbandonano il loro veicolo e si stabiliscono nella nuova patria.

Una singolare forma di questi trasporti per acqua è dovuta alle montagne natanti di ghiaccio che ogni anno si staccano dai ghiacci perpetui dei mari polari. Sebbene quelle fredde zone in complesso siano molto scarsamente popolate, tuttavia molti dei loro abitanti, che casualmente si trovavano su un *iceberg* durante il suo distacco,

possono con esso venir trasportati dalle correnti ed approdare a lidi più caldi. Così soventi con ghiaccioni liberi del mare glaciale artico venne già condotta un'intera popolazione di animali e di piante verso le coste nordiche d'Europa e d'America. Anzi persino singoli individui di volpi polari ed orsi bianchi arrivarono per tal modo in Islanda, Norvegia e sulle isole britanniche.

Nè minore importanza del trasporto per acqua ha, per le migrazioni passive, il trasporto aereo. La polvere che copre le nostre strade e i nostri tetti, la crosta di terra che si trova sui campi aridi e sui bacini d'acqua prosciugati, il leggero letto di *humus* del suolo delle foreste, in breve, l'intera superficie della terra asciutta, contiene milioni di piccoli organismi e dei loro germi. Molti di questi piccoli animali e vegetali possono senza danno disseccarsi completamente e dinuovo risvegliarsi a vita subito che essi siano inumiditi. Ogni colpo di vento solleva in alto colla polvere quantità innumerevole di tali piccoli esseri viventi e li trasporta spesso a molte miglia di distanza in altri luoghi. Ma anche organismi più grandi, e sopratutto germi di essi, possono spesso fare passivamente lunghi viaggi aerei. In molte piante i semi sono provvisti di leggere corone piumose che agiscono come paracadute e facilitano il loro vagare per l'aria rendendo difficile la loro caduta. I ragni viaggiano talora in aria per delle miglia sul loro leggero filo, il così detto « filo della Madonna ». Giovani rane vengono talora sollevate in aria a migliaia dai turbini e cadono in siti lontani nelle cosidette « pioggie di ranocchi ». Uccelli ed insetti possono dalle tempeste essere trasportati via per metà della circonferenza terrestre. Essi ricadono negli Stati Uniti dopo essere stati rapiti in Inghilterra. Portati via in California non tornano a posare che in China. Ma insieme cogli uccelli e cogli insetti anche molti altri organismi possono fare il viaggio da un continente all'altro. Naturalmente con tutti gli organismi migrano i loro parassiti, il cui numero è legione: le pulci, i pidocchi, gli acari, i funghi, ecc. Nella terra che spesso rimane aderente fra le dita degli uccelli quando volano stanno ancora piccoli animali o vegetali o germi di essi. Per tal modo la migrazione volontaria od involontaria di un solo organismo maggiore può in circostanze favorevoli trasportare da una parte del mondo in un'altra una piccola flora o fauna con molte specie diverse.

Ora, oltre ai citati mezzi di trasporto, ve ne sono ancora molti altri che spiegano la diffusione delle specie animali e vegetali su vaste distese della superficie terrestre e specialmente la diffusione generale delle cosidette specie cosmopolite. Tuttavia tutto ciò sarebbe di gran lunga insufficiente a spiegarci tutti i fatti corologici. Come accade, per esempio, che molti abitatori dell'acqua dolce vivono in molti bacini fluviali o in molti mari ben lontani fra loro ed interamente separati? Come accade che molti abitatori delle montagne, i quali nella pianura non possono nemmeno esistere, vengano trovati in catene montuose ben distanti ed interamente separate? Che quegli abitanti dell'acqua dolce abbiano in qualche modo attivamente o passivamente attraversato i tratti di terreno giacenti fra i loro territori fluviali o marini, che questi abitanti delle montagne abbiano similmente attraversato le pianure frapposte fra le loro montagne native è cosa difficile da ammettere e in molti casi nemmeno supponibile. Ora qui ci viene in aiuto come potente alleato la *geologia*. Essa ci spiega completamente quei difficili problemi.

La *Storia dell'evoluzione della terra* ci mostra che la distribuzione dell'acqua e delle terre alla sua superficie si trova in continuo ed ininterrotto cambiamento. Dovunque in seguito a mutazioni geologiche dell'interno del globo ma sopratutto per

estesa formazione di ripiegamenti della corteccia superficiale hanno luogo *sollevamenti* ed *abbassamenti* del suolo che or qui or là crescono o diminuiscono d'importanza; sebbene questi movimenti accadano così lentamente che nel corso di un secolo essi sollevano od abbassano la costa del mare solo di pochi pollici od anche solo d'un paio di linee, tuttavia nel corso di lunghi tratti di tempo essi producono meravigliosi risultati. E di lunghi, di smisurati periodi di tempo non fu mai penuria nella storia della terra. Nel corso dei molti milioni d'anni da cui la vita organica esiste sul globo, la terra ed il mare si sono sempre disputata la preponderanza. Litorali ed isole si sono sprofondati in mare, ed altri sono sorti dal suo seno. Laghi e mari sono stati lentamente sollevati e prosciugati, e nuovi bacini d'acqua sono nati per abbassamento del suolo. Penisole divennero isole per lo sprofondarsi della stretta lingua di terra che le collegava col continente. Le isole d'un arcipelago divennero le sommità d'una continuata catena di monti quando tutto il fondo del loro mare venne notevolmente sollevato.

Così il Mediterraneo fu una volta un mare interno, quando al porto dello stretto di Gibilterra l'Africa era ancora connessa colla Spagna da una lingua di terra. L'Inghilterra fu ripetutamente riunita al continente europeo persino durante i recenti periodi geologici, quando già esistevano gli uomini e ripetutamente ne è stata divisa. Persino l'Europa ed il Nord-America furono in immediata connessione. Il mare di Sunda (o della Sonda) apparteneva un dì al continente indiano, e le innumeri isolette che ora giacciono sparse in esso non erano che i più alti vertici dei monti di quel continente. L'Oceano Indiano esisteva in forma d'un continente che dalle isole di Sunda si estendeva lungo l'Asia meridionale sino alle coste occidentali dell'Africa. Questo gran continente d'un dì, chiamato *Lemuria* dall'inglese Sclater in causa dei suoi caratteristici proscimii, è forse stato la culla del genere umano che si sviluppò da scimmie antropoidi.

Ha poi interesse affatto speciale l'importante dimostrazione dataci da Alfredo Wallace (36) in base a fatti corologici, che il moderno arcipelago malesio risulta propriamente di due sezioni affatto distinte. La sezione occidentale, l'arcipelago indo-malesio, comprende le grandi isole di Borneo, Giava e Sumatra ed attaccavasi anticamente per mezzo di Malacca al continente asiatico e probabilmente anche alla già citata Lemuria. La sezione orientale, invece, l'arcipelago austro-malese, comprendente Celebes, le Mollucche, la Nuova Guinea, le isole di Salomone, ecc., stava anticamente in connessione diretta coll'Australia. Entrambe queste sezioni erano una volta continenti divisi da uno stretto di mare, ora però sono in gran parte discese sotto il livello marino. La posizione di quello stretto primitivo, la cui estremità meridionale passa fra Bali e Lombok fu potuta stabilire sicuramente e in modo ingegnosissimo dal Wallace partendo solo dalle sue esatte osservazioni corologiche. Anche oggidì questo profondo stretto di mare, sebbene abbia solo quindici miglia marine di largo, costituisce una netta delimitazione fra le due isolette di Bali e di Lombok, la fauna della prima appartiene all'Indocina, quella dell'ultima all'Australia.

Per tal modo, dacchè l'acqua esiste allo stato liquido sul globo, i limiti dell'acqua e della terra si sono cambiati con continuo avvicendamento, e si può affermare che i profili dei continenti e delle isole non sono mai rimasti uguali un'ora, anzi nemmeno un minuto. Poichè eterna ed ininterrotta è l'erosione delle onde sui margini delle coste, e quel che la terra perde continuamente in questi luoghi, lo guadagna in altri per l'accumularsi del fango che si concreta in dura roccia e si risolleva in forma di nuova terra sul livello del mare. Nulla può essere più errato che il concetto di un fisso

ed invariabile contorno dei nostri continenti quale esso ci è stato inculcato nella prima gioventù della nostra insufficiente istruzione geografica mancante della base zoologica.

Ora io non ho quasi d'uopo di farvi notare quale straordinaria importanza abbiano sempre avuto queste modificazioni geologiche della superficie terrestre per le migrazioni degli organismi, ed in seguito a ciò, per la loro corologia. Ciò ci fa comprendere come animali e piante della stessa specie o di specie tra loro affinissime possano trovarsi su isole diverse sebbene esse non possano attraversare le acque interposte e come altre specie abitatrici delle acque dolci possano abitare diversi bacini lacustri chiusi sebbene esse non possano valicare la terra che li separa. Quelle isole erano una volta vette di montagne di un continente continuo, e quei laghi stavano un dì in immediata connessione. Le prime furono divise da abbassamenti geologici, gli altri da sollevamenti. Se noi ora consideriamo ancora quanto furono frequenti ed irregolari quei mutevoli sollevamenti ed abbassamenti nei diversi siti della terra ed in seguito a ciò quanto frequentemente ed irregolarmente si mutarono i limiti dell'area di distribuzione geografica delle specie, se noi pensiamo in qual modo straordinariamente vario dovettero esserne influenzate le migrazioni attive e passive degli organismi, così noi possiamo farci un'idea completa della variopinta molteplicità del quadro che ci è offerto presentemente dalla distribuzione delle specie di animali o di piante.

Qui però bisogna rilevare ancora un altro fattore importante che ha pure grande importanza per la completa intelligenza di quel variopinto quadro geografico, e che rischiara parecchi fatti oscuri che senza di esso noi non potremmo comprendere. Esso consiste nel graduale *cambiamento di clima* che ebbe luogo durante il lungo corso della storia organica della terra. Come noi vedremo nella Conferenza seguente, al principio della vita organica dovette regnare in generale sulla terra una temperatura molto più alta e più regolare di quella che esiste ora. La differenza delle zone la quale oggi risalta cospicuamente allora mancava ancor quasi completamente. Probabilmente per milioni d'anni regnò su tutto il globo un clima che era vicino al più ardente clima tropicale dei giorni nostri e forse lo sorpassava ancora. Le regioni più nordiche cui l'uomo si sia spinto oggidì erano allora coperte di palmizi e di altre piante tropicali di cui noi ritroviamo ancora colà i resti pietrificati. Più tardi, molto lentamente e gradatamente la temperatura andò scemando, sempre però i poli rimasero così caldi che l'intera superficie terrestre era abitabile dagli organismi. Solo in periodo relativamente recentissimo della storia del globo, cioè al principio dell'epoca terziaria seguì, a quanto pare, il primo notevole raffreddamento della corteccia terrestre, dai due poli in qua, e con ciò il primo differenziamento di diversi cingoli di temperatura o zone climatiche. Il lento e graduale diminuire della temperatura si accentuò poi sempre più nel periodo terziario sinchè alfine ai due poli della terra si formò il primo ghiaccio.

Qual importanza abbia dovuto avere questo cambiamento di clima per la distribuzione geografica degli organismi e per l'origine di molte nuove specie è appena necessario notarlo. Le specie di animali e di piante che sino all'epoca terziaria avevan trovato dappertutto sulla terra e insino ai poli un acconcio clima tropicale furono d'allora in poi costrette o ad adattarsi al sottentrante freddo o a fuggire davanti ad esso. Quelle specie che si adattarono e si abituarono all'abbassata temperatura per questo stesso acclimamento sotto l'influenza della scelta naturale si cambiarono in nuove specie. Le altre specie che fuggirono davanti al freddo dovettero emigrare e cercare un clima più mite in più basse latitudini. Da ciò le aree di distribuzione delle specie dovettero venire notevolmente alterate.

Ora nell'ultima grande sezione della storia della terra, nel periodo quaternario (od epoca diluviale) che seguì all'epoca terziaria, il diminuire della temperatura della terra dai poli in qua non s'arrestò menomamente. Piuttosto la temperatura scese sempre più, e persino sotto al grado che ha oggidì. Le regioni settentrionali e medie dell'Asia, dell'Europa e del Nord-America per grande estensione, del polo in qua, si coprirono di un mantello di ghiaccio il quale in Europa sembra esser giunto sin contro le Alpi. In simil modo anche dal polo Sud si avanzò il freddo e ricoperse di un rigido rivestimento di ghiaccio una gran parte, ora libera di ghiacci, dell'emisfero australe. Così fra questi due grandi continenti ghiacciati e letali non rimase che una stretta zona su cui potè ritirarsi la vita del mondo organico. Questo periodo, durante il quale l'uomo già esisteva e che forma la prima sezione della cosidetta *epoca diluviale* è ora generalmente conosciuto e menzionato sotto il nome di *periodo glaciario*.

Il primo naturalista che concepì chiaramente il pensiero dell'epoca glaciaria e che coll'aiuto dei cosidetti *massi erratici* come pure delle « strie glaciarie » constatò la grande estensione degli antichi ghiacciari dell' Europa media fu l'ingegnosissimo Carlo Schimper. Eccitato da lui e dalle osservazioni indipendenti del segnalato geologo Charpentier, il naturalista svizzero Luigi Agassiz prese più tardi a svolgere ulteriormente la teoria dell'epoca glaciaria. In Inghilterra si rese molto benemerito per essa il geologo Forbes ed anzi l'applicò già alla teoria delle emigrazioni e della conseguente distribuzione delle specie. L'Agassiz invece guastò più tardi questa teoria esagerandola unilateralmente col voler, per amore della teoria Cuvieriana delle catastrofi, spiegare l'intera scomparsa della creazione allora vivente coll'improvviso irrompere del freddo dell'epoca glaciaria e colla relativa « rivoluzione ».

Io non ho qui occasione di soffermarmi più oltre sull'epoca glaciaria in sè e sulle ingegnose ricerche sui suoi limiti, e tanto più posso astenermene inquantochè tutta la moderna letteratura geologica ne è piena. Ne troverete un'estesa trattazione sopratutto nelle opere di Cotta (31), Lyell (30), Zittel (32) ecc. Per noi è solo interessante la grande importanza che essa possiede per la spiegazione dei più difficili problemi corologici, e che fu dal Darwin pienamente riconosciuta.

Non può invero esserci alcun dubbio che questo agghiacciamento delle zone oggi temperate non abbia dovuto esercitare un'influenza straordinaria sulla distribuzione geografica e topografica degli organismi e non abbia dovuto interamente trasformarla. Mentre il freddo si avanzava lentamente dai poli verso l'equatore e copriva la terra ed il mare di un continuo rivestimento di ghiaccio esso dovette naturalmente spingere avanti a sè l'intero mondo degli organismi viventi. Animali e piante dovettero emigrare se non volevano congelarsi. Poichè pure a quel tempo la zona temperata e la tropicale probabilmente non dovevano esser popolati di animali e vegetali meno fittamente che oggidì, così fra questi e quelli che immigravano dai poli dovette sorgere una terribile lotta per l'esistenza. In questa lotta, che in ogni caso durò molti millenii, molte specie dovettero perire, molte modificarsi e cambiarsi in nuove specie. Però le attuali aree di distribuzione delle specie dovettero venirne interamente cambiate. E questa lotta dovette ancora aver perdurato, anzi essersi di nuovo accesa ed essersi protratta in nuove forme quando l'epoca glaciaria oltrepassò il suo punto culminante e quando ancora nel periodo postglaciale la temperatura diminuì nuovamente e gli organismi incominciarono a ritornare verso i poli.

In ogni caso questo grandioso mutamento di clima, qualunque importanza gli si voglia attribuire, è uno di quegli avvenimenti nella storia della terra che hanno esercitato

la maggior influenza sulla distribuzione delle forme organiche. Per esso sopratutto viene spiegato nel modo più semplice una importantissima e difficilissima contingenza corologica, cioè la corrispondenza specifica di molti dei nostri abitatori delle alpi con molti abitatori delle terre polari. Vi è un gran numero di notevoli forme di animali e di piante che son comuni a queste due località discoste fra loro e che non vengono trovati in nessun luogo nelle vaste pianure interposte. Una migrazione di esse dalle terre polari verso le alture alpine o viceversa, date le presenti condizioni climatiche, sarebbe inammissibile o da ammettersi tutt'al più in pochi rari casi. Una simile migrazione potè tuttavia, anzi dovette, aver luogo durante il graduato inoltrarsi e regredire dell'epoca glaciaria. Coll'innoltrarsi dei ghiacci dal Nord dell'Europa sin contro la nostra catena alpina, gli abitatori polari che loro tengon dietro, genziane e sassifraghe, volpi azzurre e lepri bianche, devono allora aver popolato la nostra patria tedesca e in generale tutta l'Europa centrale. Quando poi la temperatura crebbe nuovamente, solo una parte di questi abitatori artici si ritirò di nuovo, insieme coi ghiacci ritirantisi, nella regione polare. Invece un'altra parte di essi salì in alto sulle montagne della catena alpina e trovò qui il clima freddo che le si addiceva. Così si spiega semplicissimamente l'enigma di quel fenomeno corologico.

Noi abbiamo sinora sopratutto seguita la *teoria delle migrazioni* degli organismi in quanto essa ci spiega l'irraggiamento di ogni specie di animale o di pianta da una sola patria primitiva, da un *luogo d'origine* o « centro di creazione » e la sua diffusione sopra una parte maggiore o minore della superficie terrestre. Ora le migrazioni degli animali e delle piante sono inoltre di grande importanza per la teoria dell'evoluzione perchè noi dobbiamo vedere in esse un importantissimo coefficiente per l'*origine di nuove specie*. Quando degli animali o vegetali emigrano, essi, tanto come l'uomo che emigri, incontrano nella nuova patria delle condizioni d'esistenza che differiscono più o meno dalle abituali, ereditarie per una serie di generazioni. A queste nuove inconsuete condizioni di vita gli emigranti devono adattarsi, senza di che essi periscono. Ma per questo stesso adattamento il loro carattere proprio, specifico si cambia tanto più quanto maggiore è la differenza fra la nuova e l'antica patria. Il nuovo clima, il nuovo nutrimento, sopratutto però la nuova vicinanza di altri animali e piante esercita la sua azione modificatrice sui caratteri ereditati della specie immigrata e quando essa non è abbastanza rigida per resistere a questi influssi, presto o tardi ne deve risultare una nuova specie. Nella pluralità dei casi questa trasformazione della specie immigrata, sotto l'influsso della mutata lotta per l'esistenza, procederà così rapidamente che già dopo poche generazioni ne sarà nata una nuova specie.

L'importanza della migrazione è affatto speciale sotto questo rapporto per tutti i *gonocoristi* cioè per tutti gli organismi con sessi distinti. Infatti per questi la produzione di nuove specie per scelta naturale vien sempre resa più difficile o lenta dal fatto che i discendenti accidentalmente varianti si mischiano di nuovo sessualmente colla forma-stipite invariata e così per incrociamento ricadono nella forma primitiva. Quando per contro simili varietà hanno emigrato, quando esse sono separate dalla loro antica patria da grandi distanze o da ostacoli che si frappongono alla migrazione, mari, montagne, ecc., allora è tolto il pericolo di un'unione colla forma-stipite, e l'isolamento della forma emigrata, la quale per adattamento passa in una nuova forma, impedisce il suo incrociamento e con ciò il ritorno alla forma tipica.

Questa importanza che ha la migrazione per l'isolamento delle specie in formazione e per l'impedire un rapido ritorno alla forma-stipite fu specialmente rilevata dall'ingegnosissimo viaggiatore Maurizio Wagner di Monaco; parte in uno scritto speciale sopra « la teoria di Darwin e la legge di migrazione degli organismi », parte in varii articoli comparsi nel *Kosmos* e nell' *Ausland*. Ultimamente (1889) essi sono stati raccolti in un volume sotto il titolo *L'origine delle specie per mezzo dell' isolamento* (64). Il Wagner dalle sue ricche osservazioni ha raccolto un gran numero di adatti esempi che confermano la teoria delle migrazioni data dal Darwin nell'undicesimo e dodicesimo capitolo del suo libro, e che dimostrano in modo affatto speciale l'utilità del completo isolamento degli organismi emigrati per l'origine di nuove specie. Il Wagner riassume le cause semplici « le quali hanno isolata la specie e l'han fondata nella sua diversità tipica » nelle seguenti tre proposizioni: 1° Quanto maggiore è la somma delle diversità dalle usate condizioni di esistenza che gli individui emigrati trovano immigrando in un nuovo territorio, tanto più intensamente deve estrinsecarsi la variabilità inerente ad ogni organismo; 2° Quanto meno questa cresciuta variabilità individuale degli organismi nel suo tranquillo processo d'evoluzione è disturbata dal mescolamento con numerosi individui della stessa specie, ritornanti al tipo, tanto più facilmente riescirà alla natura, pel sommarsi e l'ereditarsi dei nuovi caratteri, la formazione d'una nuova varietà (razza o specie), cioè di una specie incipiente; 3° Quanto più vantaggiose sono per la varietà le modificazioni subìte nei singoli organi, quanto meglio questi ultimi si adattano alle condizioni circostanti, e quanto più a lungo dura l'allevamento non disturbato d'un'incipiente varietà di coloni in un nuovo territorio senza mescolamento con individui della stessa specie ricadenti nel tipo, tanto più frequentemente dalla varietà nascerà una nuova specie ».

A queste tre proposizioni di Maurizio Wagner ognuno può consentire. Per contro noi dobbiamo ritenere completamente erronea la sua idea che la migrazione ed il conseguente isolamento degli individui emigrati sia una condizione *necessaria* per l'origine di nuove specie. Il Wagner dice: « Senza una prolungata separazione dei coloni dai loro primitivi compagni della stessa specie, la formazione di una nuova specie non può riuscire, anzi non può nemmeno aver luogo la selezione. Incrociamento illimitato, libero mescolamento sessuale di tutti gli individui d'una specie produrranno sempre uniformità, e le varietà i cui caratteri non son stati fissati per una lunga serie di generazioni ricadono nello stampo primitivo ».

Questa proposizione, in cui il Wagner stesso compendia il risultato capitale del suo lavoro, potrebbe esser da lui sostenuta solo nel caso che tutti gli organismi avessero sessi separati, quando quell'origine di nuovi individui non fosse possibile che per l'unione di individui maschi coi femminei. Ma questo non è affatto il caso. È strano che il Wagner non parli affatto dei numerosi ermafroditi, i quali, possedendo gli organi sessuali delle due sorta, sono atti all'autofecondazione, e così pure non parli degli innumerevoli organismi che non son nemmeno ancora sessualmente differenziati. Ora dai tempi più antichi della storia organica della terra vi son state migliaia di specie d'organismi, e ve ne son migliaia anche oggidì, in cui non appare ancora alcuna differenza di sessi, anzi neppure una generazione sessuale e che si riproducono esclusivamente per via asessuale, per scissione, gemmazione, sporulazione, ecc. La gran massa dei *protisti*, le monere, amebe, mixomiceti, rizopodi, infusorii, ecc., in breve quasi tutti gli infimi organismi che noi collocheremo nel regno dei protisti, intermedio fra il regno animale e il vegetale, si propagano *esclusivamente* per via *asessuale*. Ed

a questi appartiene una delle classi di organismi più ricche di forme, anzi, per certi rispetti, la più ricca di tutte, poichè in essa sono realizzate tutte le possibili forme geometriche fondamentali. Questa è la meravigliosa classe dei rizopodi, che comprende i talamofori dalla conchiglia calcarea e di radiolarii dal guscio siliceo (Cfr. le *Conferenze* XVII e XVIII).

A tutti questi organismi asessuali la teoria del Wagner non potrebbe dunque naturalmente applicarsi affatto. Lo stesso si dovrebbe poi dire di tutti quegli *ermafroditi* in cui ogni individuo, essendo in possesso degli organi maschili e dei femminei, è capace di fecondarsi da sè. Questo è, per esempio, il caso nei turbellari, trematodi e cestodi, come in generale in molti vermi, infine nei cirripedi fissi, negli importanti tunicati, invertebrati parenti dei vertebrati, e per molti altri organismi di diversi gruppi. Numerose specie di essi son nate per scelta naturale senza che fosse nemmen possibile un « incrociamento » della specie nascente colla sua forma-stipite.

Come vi ho mostrato già nell'ottava conferenza, l'origine dei due sessi e con ciò l'intera riproduzione asessuale è da considerarsi come un processo che è intervenuto solo in un'epoca posteriore della storia organica della terra in seguito a differenziamento o *divisione di lavoro*. Ad ogni modo i più antichi organismi terrestri possono solo essersi riprodotti nella più semplice via asessuale. Anche ora quasi tutti i protisti come tutte le innumerevoli forme cellulari che compongono il corpo degli organismi superiori, non si moltiplicano che per generazione asessuale. Tuttavia qui nascono dappertutto « nuove specie » per differenziamento in seguito alla scelta naturale.

Ma anche se noi non vogliamo prendere qui in considerazione che le specie di animali e di piante che hanno sessi separati, anche per esse noi dovremmo contrastare la proposizione fondamentale del Wagner che « la *migrazione* degli organismi e la loro colonizzazione siano la *condizione necessaria della scelta naturale* ». Già Augusto Weismann nel suo scritto *Sull'influenza dell'isolamento sopra la formazione delle specie*, ha sufficientemente confutato quella proposizione, ed ha mostrato che anche in una stessa area d'abitazione una stessa specie per scelta naturale si può scindere in più specie. Associandomi a queste considerazioni, vorrei tuttavia ancora far specialmente notare l'alta importanza posseduta dalla fisiologica *divisione di lavoro* e della annessavi morfologica *divisione di forma* per la trasformazione tanto di tutto l'organismo, quanto delle singole cellule che lo costituiscono. Tanto quella divergenza personale, quanto questa divergenza cellulare sono conseguenze necessarie della scelta naturale (p. 157): tutte le differenti specie di cellule che compongono il corpo degli organismi superiori, le cellule nervose, muscolari, ghiandolari, ecc., tutte queste « *buone specie* » di plastidii, queste « *bonae species* » di organismi elementari, son nate puramente per divisione di lavoro in seguito a scelta naturale, nondimeno esse non son mai isolate, ma anzi fin dalla loro origine han sempre esistito le une presso le altre in legame sempre più stretto. Ora quel che vale per questi organismi elementari od « organismi di prim'ordine » vale pure degli interi *istoni*, ossia degli organismi multicellulari d'ordine più elevato che sol più tardi son nati, come « buone specie » della loro riunione (37).

Certamente rimane esatta l'opinione di Leopoldo Buch, del Darwin e del Wallace, che la migrazione degli organismi ed il loro isolamento nella nuova patria (o la loro separazione) sia una condizione molto favorevole e *vantaggiosa* per l'origine di nuove specie; che essa però ne sia una condizione *necessaria* e che senza di essa non possano nascere nuove specie, come afferma il Wagner, noi possiamo concedere.

Quando il Wagner emette quest'opinione « che la migrazione sia condizione necessaria della scelta naturale » come una speciale « *legge della migrazione* », noi riteniamo che ciò pei fatti citati sia dimostrato erroneo. La *separazione* per opera della migrazione è solo un caso speciale di *selezione*. La teoria della « origine delle specie per isolamento » non può, come crede il Wagner, eccepire e sostituire la teoria del Darwin sulla loro origine per « scelta naturale », poichè la prima forma un elemento ed una conseguenza di quest'ultima. Inoltre già anteriormente noi abbiamo dimostrato che propriamente l'origine di nuove specie per scelta naturale è una *necessità matematica e logica*, la quale senz'altro segue dal collegamento logico di tre grandi fatti. Questi tre fatti fondamentali sono: la lotta per l'esistenza, l'adattabilità, e l'ereditarietà degli organismi.

Noi non possiamo qui entrare nei molti interessanti fenomeni che ci sono offerti nei singoli casi dalla distribuzione geografica e topografica delle specie d'organismi e che si spiegano completamente colla teoria della selezione e della migrazione. Maggiori notizie su ciò son contenute negli scritti citati di Darwin, Wallace e Maurizio Wagner. L'importante teoria dei *limiti d'espansione*, fiumi, mari e montagne, vi è eccellentemente trattata e spiegata con numerosi esempi. Solo tre fenomeni per la loro speciale importanza, possono ancora venir qui una volta rilevati. Sono, primo, la stretta affinità di forma, la notevole « somiglianza di famiglia » che esiste fra le forme locali caratteristiche di ogni parte della terra ed i loro estinti, fossili, antenati nella stessa parte del globo; secondo, la non meno notevole « rassomiglianza di famiglia » che hanno gli abitatori dei gruppi d'isole e quelli del continente più vicino dal quale venne la popolazione di queste isole e in generale il carattere affatto proprio che mostra, nella sua composizione, la flora e la fauna delle isole; ed infine, in terzo luogo, la « rassomiglianza di famiglia » fra i gruppi affini di ogni area continuata, anche se essi vivano sotto le più diverse condizioni climatiche e locali. Furono queste tre classi di fenomeni quelle che fecero sorgere nel giovane Darwin (1832) il primo pensiero della teoria della discendenza.

Tutti questi fatti corologici citati dal Darwin, dal Wallace e dal Wagner, cioè i notevoli fenomeni delle faune e flore locali limitate, i rapporti degli abitatori delle isole colle popolazioni continentali, la larga distribuzione delle cosidette « specie cosmopolite », la stretta affinità delle presenti specie locali colle specie estinte dello stesso territorio limitato, il manifesto irradiamento di ogni specie da un unico centro di creazione — tutti questi e tutti gli altri fenomeni che ci sono offerti dalla distribuzione geografica e topografica degli organismi, si spiegano semplicemente e completamente colla teoria della selezione e della migrazione, mentre, senza di essa, non si possono nemmeno concepire. Perciò noi vediamo in tutte queste serie di fenomeni, altrettante *valide prove per la verità della teoria della discendenza.*



QUINDICESIMA CONFERENZA

Evoluzione dell'universo e della terra. Generazione spontanea. Teoria del carbonio. Teoria dei plastidii.

Storia dell'evoluzione della terra. — Teoria di Kant sulla evoluzione dell'universo, ossia teoria cosmologica gazosa. — Evoluzione del sole, dei pianeti e della luna. — Primo formarsi dell'acqua. — Paragone degli organismi e degli anorgani. — Materia organica ed anorgica. — Grado di densità o stato d'aggregazione. — Composti albuminoidi del carbonio. — Corpi del plasson. — Forme organiche ed anorgiche. — Cristalli e monere (organismi senza organi, privi di struttura). — Forme fondamentali stereometriche dei cristalli e degli organismi. — Forze organiche ed anorgiche. — Forza vitale. — Accrescimento ed adattamento nei cristalli e negli organismi. — Forze formative dei cristalli. — Unità della natura organica ed anorgica. — Generazione spontanea od archigonia. — Autogonia e plasmogonia. — Origine delle monere per generazione spontanea. — Origine delle cellule delle monere. — Teoria cellulare. — Teoria dei plastidii. — Plastidii o plasmatori. — Citodi e cellule. — Quattro diverse specie di plastidii.

Signori!

Colle nostre precedenti considerazioni noi abbiamo sopratutto cercato di rispondere alla domanda: per quali cause dalle specie preesistenti siano nate nuove specie di animali e di piante. Noi abbiamo risposto a questa domanda in questo senso che da un lato l'ibridismo, dall'altro la scelta naturale nella lotta per la vita, la reazione reciproca delle leggi d'eredità e d'adattamento, siano completamente sufficienti a produrre meccanicamente l'infinita molteplicità dei diversi animali e vegetali che apparentemente sono organizzati in conformità ad un piano prestabilito di costruzione. Frattanto vi si sarà spesso affacciata la domanda: Come nacquero i primi organismi, o il primo stipite originario da cui noi deriviamo tutti gli altri organismi?

A questa domanda ha risposto il Lamarck (2) coll'ipotesi della *generazione spontanea* od *archigonia*. Il Darwin per contro ci passa sopra, notando espressamente che egli « non ha nulla da fare coll'origine delle forze fondamentali psichiche, nè colla vita stessa ». Alla chiusa del suo lavoro egli si esprime su ciò in modo più determinato colle seguenti parole: « Io ammetto che, verosimilmente, tutti gli esseri organici che vissero mai su questa terra discesero da qualche forma primordiale che ricevette prima l'alito vitale dal Creatore ». Inoltre il Darwin, per la tranquillità di quelli che nella teoria della discendenza vedono il tramonto di tutto « l'ordine morale del mondo », se ne appella ad un celebre scrittore ecclesiastico che gli aveva scritto: « che egli era giunto poco alla volta a scorgere che sia un'idea altrettanto elevata della divinità il credere che essa abbia solo creato alcuni tipi primitivi capaci di svilupparsi da sè in altre e necessarie forme, che non il credere che esso abbia avuto bisogno di sempre nuovi atti di creazione per riempire le lacune nate dall'azione delle sue proprie leggi ». Coloro cui la credenza ad una creazione soprannaturale è un bisogno dell'animo possono tranquillizzarsi con quest'idea. Essi possono conciliare quella fede colla teoria

della discendenza, poichè essi nella creazione di un unico organismo primitivo che possedeva la facoltà di sviluppare da sè coll'eredità e l'adattamento tutti gli altri, devono ammirare molto più il genio e la saggezza del Creatore che non nella creazione indipendente dalle varie specie.

Se noi volessimo spiegarci in questa guisa l'origine dei primi organismi terrestri da cui tutti i rimanenti discesero coll'attività conforme ad uno scopo e prestabilita di un creatore personale, noi con ciò rinunzieremmo a spiegarla scientificamente e dal terreno della vera scienza usciremmo nel territorio affatto distinto della fede poetica. Ammettendo un atto soprannaturale di creazione noi faremmo un salto nell'inconcepibile. Prima che noi ci decidiamo a quest'ultimo passo e che con ciò rinunziamo ad una spiegazione scientifica di quel processo, noi siamo ad ogni modo in dovere di tentare di rischiararlo con un'ipotesi meccanica. Noi dobbiamo in ogni caso cercare se noi ci possiamo fare un'idea ammessibile di un'origine interamente naturale di quel primo organismo-stipite. Allora non parleremmo più affatto del miracolo della « creazione ».

A tal uopo noi dobbiamo prenderla un po' più da lontano e considerare nei suoi tratti generali la storia della creazione naturale della terra, come pure quella dell'intero universo. Come è noto, dalla struttura della terra, come noi la conosciamo presentemente, noi tiriamo l'importante e finora non ancora contraddetta conclusione che l'interno del nostro globo si trova in uno stato igneo-fluido; la corteccia solida composta di diversi strati, alla superficie della quale gli organismi vivono, forma solo una sottilissima crosta o guscio intorno al nucleo igneo-fluido. A questo concetto noi siamo giunti per diverse osservazioni e conclusioni concordanti. Dapprima parla in suo favore l'esperienza che la temperatura della corteccia terrestre cresce continuamente andando verso l'interno. Quanto più profondamente noi discendiamo, tanto più si eleva il calore del suolo e ciò nella proporzione che per ogni cento piedi di profondità, la temperatura cresce di circa un grado. Ad una profondità di sei miglia acquisterebbe dunque già un calore di 1500°, sufficiente a mantenere in istato fuso, igneo-fluido la maggior parte delle materie solide della nostra scorza terrestre. Ora, questa profondità non è che la duecentottantaseiesima parte dell'intero diametro terrestre (1717 miglia). Noi sappiamo inoltre che le sorgenti che provengono da una notevole profondità posseggono una temperatura molto alta e che in parte portano persino alla superficie l'acqua allo stato di ebullizione. Importantissime testimonianze sono infine i fenomeni vulcanici, l'erompere di masse rocciose igneo-fluide attraverso ad alcune spaccature della corteccia terrestre. Le correnti liquide e incandescenti di lava appena uscite dall'interno della terra mostrano una temperatura di 2000° e più. Tutti questi fenomeni ci conducono con grande sicurezza all'importante conclusione che la corteccia solida, comparabile alla sottile pellicola d'una mela, forma solo una piccolissima frazione dell'intero diametro del globo terrestre, e che questo ancora oggidì si trova in massima parte in istato fuso od igneo-fluido.

Se noi ora, fondandoci su questa premessa, meditiamo sull'antica storia dello sviluppo della terra, noi verremo condotti logicamente ancor un passo più oltre, cioè alla conclusione che in epoca più antica *tutta la terra era una sfera igneo-fluida*, e che la formazione d'una sottile crosta solidificata sulla superficie di questa sfera fu solo un processo posteriore. Solo poco alla volta per l'irraggiare dell'interno calore rovente nel freddo spazio celeste, la superficie del globo terrestre incandescente si inspessì in una sottile crosta. Che la temperatura della terra sia stata dapprima generalmente molto più alta è dimostrato da molti fenomeni. Fra gli altri parla in favore

di ciò la distribuzione uniforme degli organismi nei primi tempi della storia terrestre. Mentre, com'è noto, ora alle diverse zone della terra ed alle loro temperature locali corrispondono diverse popolazioni di animali e piante, ciò una volta non era affatto il caso, e noi vediamo dalla distribuzione dei fossili delle epoche più antiche che solo molto tardi, in un'epoca relativamente recente della storia terrestre organica (il principio della cosidetta epoca cenolitica o terziaria), ebbe luogo un differenziamento delle zone e perciò anche della loro popolazione organica. Nell'epoca primaria e secondaria, che ebbero durata enorme, piante tropicali che richiedono un altissimo grado di temperatura vivevano non solo nell'odierna zona torrida sotto l'equatore, ma anche nelle odierne zone temperate e fredde. Anche molti altri fenomeni ci han fatto riconoscere una graduale diminuzione della temperatura del corpo terrestre e specialmente un raffreddamento posteriormente sottentrato procedente dai poli in quà. Nelle sue segnalate « ricerche sulle leggi d'evoluzione del mondo organico », il Bronn (19) ne ha riunito le numerose prove geologiche e paleontologiche.

Su questi fenomeni da un lato e sulle osservazioni matematico-astronomiche circa la struttura dell'universo dall'altro si fonda ora la teoria che tutto il globo in epoca antichissima, molto tempo prima dell'origine degli organismi alla sua superficie, era una sfera igneo-fluida. Ora questa teoria concorda pure colla grandiosa teoria sulla origine dell'universo e specialmente del nostro sistema planetario stabilita nel 1755 in base a fatti matematici ed astronomici dal nostro filosofo-critico Kant (22), e che più tardi ricevette più ampi fondamenti dai celebri matematici Laplace ed Herschell. Questa *cosmogonia meccanica* o teoria dell'evoluzione dell'universo è ancor oggi quasi generalmente ammessa; essa non è stata sostituita da alcuna migliore, e matematici, astronomi e geologi hanno cercato di appoggiarla sempre più solidamente con molteplici prove.

La *Cosmogonia* del Kant afferma che l'*intero universo* in tempi estremamente remoti formava un *caos gazoso*. Tutte le materie che sulla terra e su altri corpi celesti si trovano ora differenziati in diversi gradi di densità, in istato d'aggregazione solido, semiliquido, liquido e gazoso, originariamente costituivano insieme una massa omogenea che riempiva uniformemente lo spazio, la quale, in seguito ad un grado di temperatura estremamente elevato, si trovava in istato di estrema tenuità, cioè gazoso od aeriforme. I milioni di corpi celesti che presentemente sono distribuiti nei diversi sistemi solari a quel tempo non esistevano ancora. Essi non nacquero che in seguito ad una rotazione generale nella quale una quantità di gruppi di masse più solide si addensarono più della rimanente massa gazosa ed agirono allora su di essa come centri di attrazione. Così nacque una separazione della caotica nebulosa primitiva o del gaz universale in una quantità di sfere nebulari rotanti che divenivano sempre più dense. Anche il nostro sistema solare era una di queste gigantesche nebulose gazose le cui parti si aggiravano tutte intorno ad un centro comune, il nucleo solare.

La nebulosa stessa prese, come tutte le altre, pel movimento di rotazione, una forma sferoidale, cioè di sfera appiattita.

Mentre la forza centripeta attirava le particelle roteanti sempre più presso al centro solido, e così questo si inspessiva sempre più, la forza centrifuga invece si sforzava ad allontanare sempre più da esso le particelle periferiche ed a scagliarle via. Questa forza centrifuga aveva la massima energia al margine equatoriale di questa sfera appiattita ai poli, e tostochè essa coll'ulteriore addensamento giunse a preponderare sulla forza centripeta, si staccò qui dalla sfera rotante una massa nebulosa

anulare. Questi anelli di gaz segnarono le vie dei futuri pianeti. Poco alla volta la massa nebulosa dell'anello si condensò in un pianeta che roteò sul proprio asse e girò nello stesso tempo intorno al corpo centrale. Ora in modo affatto simile, subito che la forza centrifuga ebbe di nuovo la preponderanza sulla centripeta, si staccarono ancora dall'equatore della massa planetaria nuovi anelli nebulosi i quali si mossero intorno ai pianeti nello stesso modo che questi intorno al sole. Anche questi anelli nebulosi si condensarono a lor volta in sfere roteanti. Così nacquero le lune di cui una sola si muove attorno alla Terra, ma quattro attorno a Giove e sei attorno ad Urano. L'anello di Saturno ci presenta ancora oggidì una luna in quel primitivo stadio d'evoluzione. Ripetendosi molteplicemente coll'incessante progredire del raffreddamento questi semplici processi di condensamento e di emissione, nacquero i diversi sistemi solari, i pianeti che si muovono roteando attorno al loro sole centrale, ed i satelliti o lune che roteando girano attorno al loro pianeta. Lo stato iniziale gazoso dei corpi celesti roteanti passò poco alla volta, pel progressivo raffreddamento e condensamento, nello stato d'aggregazione igneo-fluido o fuso. Per lo stesso processo di condensamento divennero libere grandi quantità di calore e così i soli pianeti e lune roteanti si foggiarono presto a sfere incandescenti, come gigantesche goccie di metallo fuso, le quali irraggiarono luce e calore. Per la concomitante perdita di calore la massa fusa alla massa delle sfere igneo-fluide si condensò ancora, e così nacque una sottile crosta solida che incluse un nucleo igneo-fluido. Sotto tutti questi rapporti la nostra madre Terra non si sarà comportata in modo essenzialmente diverso dagli altri corpi celesti.

Lo scopo speciale di queste conferenze non ci permette di seguire più addentro la storia della creazione naturale dell'universo coi suoi diversi sistemi solari e planetari, e di fondarla matematicamente con tutte le diverse testimonianze astronomiche e geologiche. Perciò io mi contento dello schizzo datone qui e rimando, per maggiori particolarità, alla *Storia naturale generale e teoria del cielo* del Kant (22), come pure all'eccellente opera di Carus Sterne *Werden und Vergehen* (27). Aggiungerò solo questa osservazione, che quest'ammirevole teoria che si è anche chiamata la *teoria cosmologica gazosa*, sta nella miglior armonia con tutte le serie generali di fenomeni che ci son note. Infine essa è *puramente meccanica* o monistica; essa ricorre unicamente alle forze proprie primitive della materia eterna ed esclude completamente ogni processo soprannaturale, ogni attività finalistica e cosciente di un creatore personale. La teoria cosmologica gazosa del Kant assume perciò nell'*anorgologia* e specialmente nella geologia una posizione dominante e corona il complesso delle nostre conoscenze in modo simile a quel che fa la teoria biologica della discendenza del Lamarck riguardo all'intera *biologia* e soprattutto all'*antropologia*. Entrambe si appoggiano esclusivamente su cause primitive (*causae efficientes*) *meccaniche* od incoscienti, giammai su cause finalistiche o coscienti (*causae finales*) (Cfr. a p. 60). Entrambe adempiono così a tutti i requisiti di una teoria scientifica e rimarranno valide finchè non siano sostituite da altre migliori.

Certamente io non voglio, d'altra parte, nascondere che la grandiosa cosmogenesi del Kant presenta alcuni punti deboli i quali non ci permettono di darle la stessa fede incondizionata come alla teoria della discendenza del Lamarck. Il concetto del caos gazoso primordiale che riempiva lo spazio intero presenta grandi difficoltà di varia natura. Ma una difficoltà maggiore ed insoluta sta in ciò che la teoria cosmologica gazosa non ci dà nessun appiglio per la spiegazione del primo impulso che cagionò

il moto rotatorio nello spazio universale ripieno di gaz. Cercando un simile impulso noi saremo involontariamente condotti alla fallace ricerca dal « primo inizio ». Ora noi non possiamo per gli eterni fenomeni di moto dell'universo figurarci un *primo inizio* più che un'ultima fine.

L'universo è in ispazio ed in tempo illimitato ed immensurabile. Esso è eterno ed infinito. Ma anche per l'ininterrotto ed eterno movimento in cui si trovano costantemente tutte le particelle dell'universo noi non possiamo imaginarci alcun principio nè alcuna fine. Le grandi leggi della *conservazione dell'energia* (38) e della *conservazione della materia*, i fondamenti di tutto il nostro concetto della natura, non ci permettono un'altra rappresentazione. Il mondo, per quanto è accessibile al potere scrutatore dell'uomo, ci appare come una catena continua di fenomeni materiali di moto collegati con un diuturno variare delle forme. Ogni forma essendo il risultato temporaneo di una somma di fenomeni di moto è, come tale, passeggera e di limitata durata. Ma nel costante mutamento delle forme la materia, e la forza che ne è indivisibile, rimangono eterne ed indistruttibili; questa è la vera *immortalità*.

Ora, quand'anche la teoria cosmologica gazosa del Kant non sia in grado di spiegarci in modo soddisfacente la storia dello sviluppo dell'intero universo oltre a quello stato del caos gazoso, e sebbene le si possano inoltre opporre varie considerazioni sopratutto dal lato chimico e geologico, noi dobbiamo tuttavia lasciarle il gran merito di spiegare ottimamente colla sua storia evolutiva l'intera struttura dell'edificio dell'universo che è accessibile alla nostra osservazione, l'« anatomia » dei sistemi solari e specialmente del nostro sistema planetario. Forse in realtà l'evoluzione fu affatto diversa; forse nacquero i pianeti, e perciò anche la nostra Terra, per aggregazione di infinite piccole meteoriti disseminate nello spazio? Una simile teoria è stata, fra altri, esposta dal Radenhausen, l'ingegnoso autore degli eccellenti lavori *Isis* ed *Osiris* (33). Ma, secondo me, queste e simili cosmogonie offrono ancora maggiori difficoltà di quella del Kant.

Dopo questo sguardo generale sulla *cosmogonia monistica*, ossia alla « storia dell'evoluzione naturale dell'universo » ritorniamo ora ad una minutissima frazione di esso, alla nostra madre Terra. Noi l'avevamo lasciata nello stato d'una sfera igneo-fluida appiattita ad ambo i poli, la superficie della quale si era concretata, per raffreddamento, in una sottilissima scorza solida. La prima crosta di solidificazione avrà coperto uniformemente l'intera superficie dello sferoide terrestre come una sottile pellicola liscia e continua. Presto però essa divenne ineguale e accidentata. Infatti, mentre, pel progrediente raffreddamento, il nucleo igneo-fluido si condensava e si restringeva sempre più, e così l'intero diametro terrestre diventava più piccolo, la sottile pellicola rigida, la quale non poteva seguire la massa nucleare più molle, dovette su di essa raggrinzarsi variamente, pieghettarsi e rompersi. Fra di esse si sarebbe formato uno spazio vuoto se l'esterna pressione atmosferica non avesse spinto indentro la fragile corteccia. Altre diseguaglianze nacquero probabilmente pel fatto che in diversi punti la corteccia raffreddata per lo stesso processo di solidificazione si contrasse e si screpolò. Il nucleo igneo-fluido sgorgò di nuovo da queste fessure e si solidificò nuovamente. Così apparvero molto presto diverse sorta di rilievi e di abbassamenti, le prime basi dei continenti e dei bacini marini, delle montagne e delle valli.

Quando la temperatura della sfera terrestre raffreddata fu discesa sino ad un certo grado, seguì un nuovo importantissimo processo, cioè la *prima formazione dell'acqua*.

Fino allora l'acqua non era ancora esistita nell'atmosfera circondante il globo terrestre se non allo stato di vapore. Evidentemente l'acqua non potè condensarsi in istato liquido se non quando la temperatura dell'atmosfera fu discesa sino a 99° c. Allora incominciò l'ulteriore modificazione della crosta terrestre per l'azione dell'acqua. Quest'ultima precipitando continuamente in forma di pioggia, e con ciò spazzando i rilievi della scorta terrestre e riempiendo gli avvallamenti col fango esportato e deponendo quest'ultimo a strati, produsse l'importantissima *trasformazione nettunica della Terra.* Dopo d'allora la sedimentazione proseguì sempre e condusse alla formazione delle potenti masse montagnose stratificate o roccie sedimentarie, che esamineremo ancora più attentamente nella prossima conferenza.

Solo dopochè il raffreddamento della corteccia terrestre era andato così oltre da permettere che l'acqua si condensasse in forma liquida, solo dopochè la crosta terrestre fin allora arida fu per la prima volta coperta dell'acqua fluida, potè seguire l'origine dei primi organismi. Infatti tutti gli animali e tutte le piante, in generale tutti gli organismi, consistono in grande od in massima parte di acqua liquida che si combina in modo particolare con altre materie riducendole in istato d'aggregazione semi-fluido o molle. Noi possiamo dunque da questi principii generali della storia anorgica della terra ricavare dapprima l'importante fatto che in una cert'epoca determinata *la vita organica sulla terra ebbe la sua origine,* che gli organismi terrestri non sono sempre esistiti, ma si originarono per la prima volta in un certo momento. Questo fatto è di massima importanza.

Ora come abbiamo noi da figurarci questa *origine dei primi organismi?* Ecco il punto in cui i più dei naturalisti ancor oggi sono propensi a rinunciare alla ricerca di una spiegazione naturale e a rifugiarsi nel miracolo di una inconcepibile spiegazione. Come è già stato notato più sopra, con questo passo essi escono fuori dal territorio delle scienze naturali e rinunciano a penetrare ulteriormente nella necessaria connessione della storia della natura. Prima che scoraggiati noi facciamo questo passo estremo, prima che noi disperiamo della possibilità di conoscere questo importante processo, noi vogliamo almeno fare un tentativo per concepirlo. Vediamo se veramente l'origine di un primo organismo da materia anorgica, se l'origine di un corpo vivente dalla cosidetta materia morta sia qualche cosa di inconcepibile che stia fuori di qualunque esperienza. Studiamo, in una parola, la questione della *generazione spontanea* od *archigonia.* Qui è anzitutto necessario farsi una chiara idea delle proprietà principali dei due gruppi primari di corpi naturali, i così detti corpi inanimati od anorgici ed i corpi viventi od organici, e stabilire da un lato quel che c'è di comune, dall'altro quel che c'è di diverso fra entrambi questi gruppi. Tanto più noi dobbiamo qui addentrarci in questa *comparazione fra gli organismi e gli anorgani,* in quanto ch'essa per solito è molto trascurata e che essa tuttavia è assolutamente necessaria per giungere a comprendere giustamente dal punto di vista unitario l'intera natura. Il meglio sarà qui di considerare separatamente le proprietà fondamentali di ogni corpo naturale, materia, forma ed energia. Cominciamo dalla *materia.*

Per mezzo della chimica noi siamo pervenuti a scomporre tutti i corpi a noi noti in un piccolo numero di elementi o materie fondamentali; tali corpi non ulteriormente scomponibili sono, per esempio, il carbonio, l'ossigeno, l'azoto, il solfo e infine i diversi metalli: potassio, sodio, ferro, oro, ecc. Si numerano ora 64-66 di tali elementi. La maggior parte di essi sono abbastanza poco importanti e rari; solo pel minor numero, essi sono sparsi largamente e compongono non solo il più degli anorgani,

ma ancora tutti gli organismi. Comparando ora quegli elementi che costituiscono il corpo degli organismi, con quelli che si trovano negli anorgani, noi abbiamo subito da rilevare l'importantissimo fatto che nel corpo degli animali e delle piante non v'ha nessun elemento che non si possa trovare anche fuori di essi, nella natura inanimata. *Non vi sono speciali elementi organici.*

Notiamo di passaggio che molto probabilmente *tutti questi cosidetti elementi non sono che differenti forme di combinazione di due diversi elementi primitivi: massa ed etere;* gli atomi della massa essendo il veicolo dell'*attrazione*, quelli dell'etere invece della *ripulsione* (anche in senso psichico). Le differenze fra i nostri odierni « elementi » riposano probabilmente solo su ciò che gli atomi della massa sono combinati in diverso numero ed ordine o separati in varia guisa dagli atomi dell'etere. *La disposizione a gruppi che ci presentano gli elementi ordinati secondo le loro affinità* ci rende probabile questa supposizione, sebbene la nostra imperfetta chimica non sia stata finora in grado di darle base sperimentale.

Le differenze fisiche e chimiche che esistono fra gli organismi e gli anorgani non han dunque il loro fondamento materiale in una diversa natura degli *elementi* che li costituiscono, ma nel diverso modo in cui questi ultimi sono costituiti in *combinazioni* chimiche. Questo diverso modo di combinazione determina subito certe proprietà fisiche, specialmente nella *densità della materia* le quali a primo aspetto sembrano stabilire una profonda separazione fra i due gruppi di corpi. I corpi naturali formati anorgici od inanimati, i cristalli e le roccie amorfe si trovano in uno stato di densità che noi chiamiamo solido, e che noi mettiamo a fronte della densità liquida dell'acqua o dello stato gazeiforme dell'aria. Vi è noto che questi tre diversi gradi di densità o *stati di aggregazione degli anorgani* non sono affatto proprii ai singoli elementi, ma sono la conseguenza di un determinato grado di temperatura. Ogni corpo solido anorgico, per esempio il piombo, si può, elevando la temperatura, portare dapprima alle stato liquido o fuso, e poi, con maggiore riscaldamento, allo stato gazeiforme o fluido-elastico. Così pure ogni corpo gazoso, per esempio l'acido carbonico, con un adatto abbassamento di temperatura può essere condotto dapprima allo stato liquido ed ulteriormente allo stato solido.

In opposizione a questi tre stati d'aggregazione degli anorgani, il corpo vivente di tutti gli *organismi* animali, come piante, si trova in un quarto stato d'aggregazione affatto particolare. Questo non è solido come pietra, nè liquido come l'acqua, piuttosto esso sta frammezzo a questi due stati e può perciò esser chiamato *stato d'aggregazione solido-liquido od inzuppato.* In tutti i corpi viventi, senza eccezione, una certa quantità d'acqua è collegata colla materia solida in modo particolare, ed appunto per questa caratteristica combinazione dell'acqua colla materia organica, nasce quello stato d'aggregazione molle, nè solido, nè liquido che per la spiegazione meccanica dei fenomeni vitali è della massima importanza. La causa di esso sta essenzialmente nelle proprietà fisiche e chimiche di un solo elemento, il *carbonio.*

Di tutti gli elementi il carbonio è per noi di gran lunga il più importante ed interessante, perchè in tutti i corpi animali o vegetali che ci son noti questo elemento rappresenta la parte primaria. Egli è quell'elemento che per la sua particolare tendenza alla formazione di complicate combinazioni cogli altri elementi provoca la massima molteplicità nella composizione chimica e perciò anche nelle forme e nelle proprietà vitali dei corpi degli animali e delle piante. Il carbonio si segnala in modo affatto speciale pel fatto che esso può combinarsi cogli altri elementi in rapporti

infinitamente molteplici di numero e di peso. Anzitutto nascono dalla combinazione del carbonio con tre altri elementi, l'ossigeno, idrogeno ed azoto (cui generalmente s'associa anche il solfo e spesso il fosforo), quelle combinazioni importantissime che noi abbiamo imparato a conoscere come il primo e l'indispensabile substrato di tutti i fenomeni vitali, le combinazioni albuminoidi (sostanze proteiche). Fra queste sono poi ancora le più importanti i *corpi del plasson* o « combinazioni plasmatiche » (carioplasma e protoplasma). Già anteriormente (p. 100) noi abbiamo imparato a conoscere nelle monere organismi della più semplice natura, il cui intero corpo in istato al tutto perfetto non risulta da nient'altro che da un *frammentino di plasson* o da un *grumo plasmatico* albuminoide semisolido; appunto questi semplicissimi organismi hanno la massima importanza per la teoria della prima origine della vita. Ma anche la più parte degli altri organismi ad una data epoca della loro esistenza, almeno nel primo stadio della loro vita, nello stato di cellula-uovo o cellula-germe, sono essenzialmente null'altro che semplici grumi di un simile materiale albuminoide, il *muco cellulare* o *protoplasma*. Allora essi son distinti dalle monere solo perchè, nell'interno del corpicciuolo albuminoide, il *nucleo* si è differenziato dalla circondante *sostanza della cellula* (citoplasma). Come abbiamo mostrato già precedentemente, le cellule di natura semplicissima sono i cittadini che colla loro cooperazione e col loro differenziamento costruiscono il corpo anche dei più perfetti organismi, che è uno stato cellulare repubblicano (p. 150). Le forme ed i fenomeni vitali presentati da questi ultimi allo stato adulto non vengono prodotti che dall'attività di quei *plastidii* albuminoidi, particelle che sono le vere generatrici della vita.

Si deve considerare come una delle maggiori vittorie della moderna biologia l'esser noi ora in grado di ricondurre a queste materie il miracolo dei fenomeni vitali, l'aver noi riconosciuto *le infinitamente molteplici e complicate proprietà fisiche e chimiche dei corpi albuminoidi del plasson come la vera causa dei fenomeni vitali od organici*. Tutte le diverse forme degli organismi sono il risultato primo ed immediato della loro composizione da differenti forme di cellule. Le differenze infinitamente molteplici nella forma, grandezza e composizione delle *cellule* non son però nate che poco alla volta per la divisione di lavoro e di forma dei *plastiduli* o *micelle*, per la *selezione molecolare* avvenuta fra quei semplici granuli omogenei del *plasson*, i quali primitivamente formavano da soli il corpo dei plastidii. Da ciò segue necessariamente che anche i fenomeni fondamentali della vita organica, la *nutrizione* e la *riproduzione*, tanto nelle loro forme più complicate, come nelle loro più semplici manifestazioni, devono ricondursi alla composizione materiale di quel materiale albuminoide, il *plasson*. Da quelle due funzioni fondamentali si son più tardi sviluppate poco alla volta le rimanenti attività vitali.

Così dunque la spiegazione *generale* della vita organica non ha ora per noi più difficoltà che la spiegazione delle proprietà *fisiche* dei corpi anorgici. Tutti i fenomeni vitali e processi morfologici degli organismi sono tanto immediatamente prodotti dalla composizione chimica e delle forze fisiche della materia organica, come i fenomeni vitali degli anorgici cristalli, cioè i processi del loro accrescimento e del prodursi della loro forma specifica, sono la conseguenza immediata della loro composizione chimica e del loro stato fisico. Le *ultime cause* ci rimangono per vero in *ambo* i casi ugualmente nascoste. Quando oro e rame cristallizzano nel sistema tesserale, bismuto ed antimonio in quello esagonale, iodio e solfo nel rombico, ciò in fondo non ci è nè più nè meno enigmatico che qualsiasi processo elementare della produzione di forme

organiche, ogni conformazione propria della cellula organica. Anche sotto questo rapporto noi non possiamo più mantenere presentemente la distinzione fondamentale fra corpi organici ed anorganici, di cui prima si era generalmente persuasi.

Consideriamo poi in secondo luogo le concordanze e le differenze che ci son presentate dalla *conformazione* dei corpi naturali organici ed anorganici. Si vedeva dapprima una distanza capitale sotto questo rapporto nella semplice struttura di questi ultimi e nella complessa costituzione dei primi. Il corpo di tutti gli organismi dovrebbe essere stato composto di parti eterogenee, da organi la cui cooperazione avrebbe avuto come scopo la vita. Per contro anche i più perfetti anorgani, i cristalli, avrebbero risultato solo di materia omogenea. Questa differenza appare veramente, in principio, essenzialissima. Ma essa ha perduto qualsiasi significato dopo che noi, or son 25 anni, abbiamo imparato a conoscere le notevolissime ed importantissime monere (15). Tutto il corpo vivente di questi semplicissimi fra tutti gli organismi non è che un grumo di *plasson* semisolido, informe e senza struttura, paragonabile ad un cristallo che risulta da una sola combinazione anorgica, per esempio, un sale metallico, o da una molto complessa combinazione della silice. Noi ammettiamo bensì che anche nel plasma omogeneo della più semplice monera v'ha una intricatissima *struttura molecolare*, ma questa non si può verificare nè anatomicamente nè microscopicamente, ed inoltre essa deve pure essere presupposta in molti cristalli.

Come nell'interna struttura o composizione, anche nella *forma* esterna si è voluto trovare differenze nette tra gli organismi e gli anorgani, specialmente nella forma cristallina matematicamente determinabile di questi ultimi. Realmente la cristallizzazione è sopratutto una proprietà dei cosidetti anorgani. I cristalli son limitati da faccie piane le quali si incontrano in linee rette sotto un angolo determinato e misurabile. Invece la forma degli animali e delle piante non sembra permettere a primo aspetto alcuna determinazione geometrica di questo genere. Essa è per lo più limitata da superficie e da linee curve, le quali s'incontrano sotto angoli variabili. Ma noi abbiamo recentemente imparato a conoscere nei *radiolarii* ed in molti altri protisti una gran quantità di organismi inferiori in cui il corpo, come nei cristalli, si può ricondurre ad una forma fondamentale matematicamente determinabile; anche qui la forma in generale, come nei particolari, è limitata da faccie, spigoli ed angoli geometricamente determinabili. Nella mia *promorfologia generale* o *teoria delle forme fondamentali* io ne ho dato le prove in disteso, e nello stesso tempo ho stabilito un sistema generale di forme, le cui forme fondamentali stereometriche, ideali spiegano le forme reali dei cristalli anorgici tanto come quelle degli individui organici (*Morfol. gener.*, I, 375-574). Inoltre vi sono d'altronde anche *organismi perfettamente amorfi*, come le monere, amebe, ecc., che mutano ogni momento la loro forma e nei quali si può tanto poco riconoscere una forma fondamentale determinata, quanto negli anorgani amorfi, nelle pietre, nei precipitati, ecc. che non cristallizzano. Noi *non* siamo dunque in grado di trovare alcuna *differenza fondamentale* nella forma esterna, o nella interna struttura degli anorgani ed organismi.

Volgiamoci in terzo luogo alle *forze* od ai *fenomeni di moto* di questi due diversi gruppi di corpi. Qui c'imbattiamo nelle più grandi difficoltà. I fenomeni vitali, come la maggior parte degli uomini li conosce solo degli organismi di elevato sviluppo, di animali e vegetali perfetti, paiono così enigmatici, così meravigliosi, così particolari che i più son d'avviso che nella natura anorgica non vi sia nulla di simile o solo di lontanamente paragonabile. Si chiamano invero appunto perciò gli organismi corpi

naturali animati e gli anorgani corpi inanimati. Perciò si mantenne fin nel nostro secolo, persino nella scienza che si occupa dello studio dei fenomeni vitali, nella fisiologia, l'erronea opinione che le proprietà fisiche e chimiche della materia non arrivino a spiegare i fenomeni vitali. Oggidì, coi progressi della biologia, quest'opinione deve considerarsi come interamente confutata. Almeno nella fisiologia esatta essa non ha più alcun ricetto. A nessun fisiologo vien ora più in mente di considerare qualche fenomeno biologico come il risultato d'una meravigliosa *forza vitale*, d'una forza speciale finalistica che stia fuori della materia e che in certo modo prenda solo temporaneamente a suo servizio le forze fisico-chimiche. La fisiologia moderna è giunta alla convinzione strettamente *monistica* che tutte le attività vitali, e sopratutto i due fenomeni fondamentali della nutrizione e della riproduzione, sono meri processi fisico-chimici, direttamente dipendenti dalla natura materiale dell'organismo, nello stesso modo che tutte le forze o proprietà fisico-chimiche d'un cristallo non son prodotte che dalla sua composizione materiale. Poichè ora quella sostanza fondamentale che determina la particolare composizione materiale degli organismi si è il carbonio, così è in ultima analisi alle proprietà del *carbonio* che noi dobbiamo ricondurre tutti i fenomeni vitali e sopratutto le due funzioni fondamentali della nutrizione e della riproduzione. *Solo le peculiari proprietà fisico-chimiche del carbonio, e sopratutto lo stato di aggregazione semisolido e la facile distruggibilità delle complicatissime combinazioni albuminoidi del carbonio sono le cause meccaniche di quei particolari fenomeni di moto pei quali gli organismi si distinguono dagli anorgani, e ai quali in istretto senso si dà il nome di « vita ».*

Per apprezzare giustamente questa « teoria del carbonio », che io ho esposto estesamente nel secondo libro della mia *Morfologia generale*, è anzitutto necessario di considerar bene quei fenomeni di moto che son comuni ad entrambi i gruppi di corpi naturali. Fra questi primeggia l'*accrescimento*. Se voi lasciate evaporare lentamente qualche soluzione salina anorgica, vi si formano cristalli di sale i quali, seguitando l'evaporazione dell'acqua, crescono lentamente di volume. Questo accrescimento procede da ciò che sempre nuove particelle dallo stato fluido d'aggregazione passano allo stato solido, e si dispongono, secondo determinate leggi, sul nucleo cristallino solido già formato. Da questa applicazione od *apposizione* delle particelle nascono le forme matematicamente determinabili dei cristalli. Nello stesso modo l'accrescimento degli organismi accade pure pel ricevere nuove particelle. La sola differenza si è che nell'accrescimento degli organismi, *in seguito al loro stato d'aggregazione semifluido* le nuove particelle sono introdotte nell'interno dell'organismo (*intussuscepzione*), mentre gli anorgani crescono solo per apposizione, per l'aggiunta all'esterno di materia nuova, omogenea. Frattanto quest'importante differenza dell'accrescimento per intussuscepzione o per apposizione non è evidentemente altro che la necessaria ed immediata conseguenza del diverso stato di densità o stato d'aggregazione degli organismi e degli anorgani.

Non posso qui, disgraziatamente, seguire più addentro i molti paralleli e le similitudini estremamente interessanti che si trovano fra la struttura degli anorgani più perfetti, i *cristalli*, e quella dei più semplici organismi, le *monere*, e le forme di protisti che lor son più affini. Io devo, a questo riguardo, rinviarvi al più esteso *paragone fra gli organi e gli anorgani* in cui mi sono addentrato nel quinto capitolo della mia *Morfologia generale* (*Morf. gen.* I, 111-116). Là io ho dimostrato estesamente che non esistono distinzioni definite fra i corpi naturali organici ed anorganici, nè nella

forma, e nella struttura, nè nella materia e forza; che le differenze realmente esistenti dipendono dalla natura particolare del *carbonio* e che non esiste alcun abisso invalicabile fra la natura organica e l'anorgica.

Vi apparirà sopratutto chiaro questo fatto importantissimo, se voi scrutate l'*origine delle forme* nei cristalli e nei più semplici individui organici. Anche nella formazione degli individui cristallini vengono in azione due sorta di diverse forze formatrici opposte. L'interna *forza formativa*, o il movente interno della struttura, la quale corrisponde all'ereditarietà degli organismi, è nel cristallo il prodotto immediato della sua costituzione materiale o della sua composizione chimica. La forma del cristallo, in quanto essa è determinata da questa forza formatrice interna inerente ad esso, è il risultamento del modo specificamente determinato in cui le minime particelle della materia cristallizzante si dispongono regolarmente le une presso le altre in diverse direzioni. A quella forza formativa interna indipendente, che è immediatamente collegata colla materia stessa, si oppone l'azione di una seconda forza formativa. Questa *forza formativa esterna* o il movente esterno della struttura può essere designata nei cristalli come negli organismi col nome di *adattamento*. Ogni individuo cristallino deve, formandosi, adattarsi ed assoggettarsi, tanto come qualsiasi individuo organico, agli influssi dell'ambiente ed alle condizioni d'esistenza del mondo esterno. Difatto la forma e la grandezza di ogni singolo cristallo dipende dal complesso del suo ambiente, per esempio dal vaso in cui ha luogo la cristallizzazione, dalla temperatura e dalla pressione atmosferica sotto cui si forma il cristallo, dalla presenza od assenza di corpi eterogenei, ecc. La forma di ogni singolo cristallo è perciò, come la forma di ogni singolo organismo, il risultato della reazione di due fattori opposti, dell'*interno* movente formatore che è dato dalla costituzione chimica della *sua propria* materia, e dal movente formativo *esterno* che dipende dall'azione della materia *ambiente*. Entrambe queste forze formatrici reciprocamente reagenti, sono nell'organismo, come nel cristallo, di natura puramente *meccanica*, immediatamente inerente alla materia del corpo. Se si designa l'accrescimento e il prodursi della forma negli organismi col nome di « *processo vitale* », si può dire lo stesso, con ugual ragione, del cristallo che si forma. Il concetto naturale teleologico che vede nelle forme organiche dei meccanismi creati conformemente ad uno scopo, deve logicamente considerar pure come tali le forme cristalline. Le differenze che intercedono fra i più semplici individui organici ed i cristalli anorgici dipendono dallo stato d'aggregazione che è *solido* in questi ultimi e semi-solido nei primi. Nel rimanente le cause che producono la forma sono interamente le stesse in entrambi. Questa convinzione vi si imporrà in modo affatto speciale se voi paragonerete i notevolissimi fenomeni dell'accrescimento, dell'adattamento e della « correlazione delle parti » nei cristalli in formazione, coi corrispondenti fenomeni che si compiono nell'origine dei più semplici individui organici (monere e cellule). L'analogia fra entrambi è così grande che veramente non si può tirare alcun limite netto. Nella mia *Morfologia generale* io ho citato a questo riguardo una quantità di fatti evidenti (*Morf. gen.* I, 146, 156, 158).

Se voi avete ben viva davanti agli occhi questa « *unità della natura organica ed anorgica* », questa concordanza essenziale degli organismi ed anorgani per ciò che riguarda la materia, la forma e la forza, se voi ricordate che noi non siamo in grado di stabilire alcuna differenza fondamentale fra questi due gruppi di corpi (contro quanto si ammetteva un dì generalmente), allora la questione della generazione primordiale perde molte delle difficoltà che essa sembra avere a primo aspetto. L'origine

del primo organismo dalla materia anorgica ci sembra allora molto più facilmente concepibile e comprensibile di quel che fosse sinora, poichè quella divisione artificiale assoluta fra la natura organica e l'anorgica, fra i corpi naturali animati ed inanimati è ora rimossa.

Trattandosi della *generazione primaria* od *archigonia*, questione cui ora possiamo rispondere più esattamente, ricordatevi anzitutto che noi sotto questo concetto comprendiamo in modo generalissimo la *produzione di un individuo organico senza genitori*, l'origine di un organismo indipendentemente da un individuo generante. In questo senso noi abbiamo precedentemente opposto la generazione spontanea (*archigonia*) alla generazione da genitori o riproduzione (*tocogonia*) (pag. 99). In quest'ultima l'individuo organico nasce pel fatto che una parte maggiore o minore di un organismo già esistente si distacca e seguita a crescere indipendentemente (*Morfologia generale*, II, 32).

Nella generazione spontanea che si chiama spesso anche generazione primitiva (*generatio* spontanea, equivoca, primaria, ecc.) si devono anzitutto distinguere due casi, cioè l'*autogonia* e la *plasmogonia*. Per autogonia noi intendiamo il formarsi d'un semplice individuo organico in un *liquido formativo anorgico*, cioè in un liquido che contiene, sciolte in combinazioni semplici e costanti, le materie fondamentali necessarie alla costituzione dell'organismo (per esempio, acido carbonico, ammoniaca, sali binari, ecc.); chiamiamo invece *plasmogonia* la generazione spontanea quando l'organismo si produce in *liquido formativo organico*, cioè in un liquido che contiene sciolte quelle materie necessarie in forma di complicate ed instabili combinazioni del carbonio (per esempio, albumina, adipe, idrati di carbonio, ecc.) (*Morf. gen.* I, 174, II, 33).

Il processo dell'autogonia, come quello della plasmogonia, non è ancor stato sinora osservato con completa sicurezza. In tempi antichi e recenti si son fatti sulla possibilità o realtà della generazione spontanea numerosissimi ed anche in parte interessanti tentativi. Ma quasi tutti questi esperimenti hanno rapporto non coll'autogonia, ma colla plasmogonia, all'origine di un organismo da materia organica già formata. Ora questo ultimo processo per la nostra storia della creazione non ha evidentemente che un interesse secondario. Ci interessa molto di più di sciogliere la questione: « Vi ha egli un'autogonia? è possibile che un organismo nasca non da materia organica preformata, ma da pura materia anorgica? ». Perciò noi possiamo qui tacere dei numerosi esperimenti che si riferiscono solo alla plasmogonia, e che in questi ultimi decennii sono stati spinti con speciale zelo, tanto più che essi ebbero per solito un risultato negativo. Anche ammesso che venisse per essi strettamente dimostrata la possibilità della plasmogonia, non sarebbe tuttavia con ciò spiegata l'autogonia.

Anche i tentativi per l'autogonia non hanno dato sinora alcun risultato positivo. Tuttavia noi dobbiamo fin d'ora negare recisamente che con questi esperimenti sia stata dimostrata l'impossibilità della generazione spontanea. La gran maggioranza dei naturalisti che si erano sforzati di decidere sperimentalmente questa questione, e che applicando tutte le possibili precauzioni in circostanze ben determinate non videro formarsi alcun organismo, fondandosi su questi risultati emisero subito l'affermazione: « è al tutto impossibile che degli organismi nascano da sè, senza genitori ». Essi appoggiavano quest'asserzione leggiera ed avventata unicamente sul risultato negativo dei loro esperimenti che tuttavia non potevano dimostrare altro se non che sotto queste o quelle artificiosissime condizioni che erano state create dagli esperimentatori non si produceva alcun organismo. Da quei tentativi, che generalmente erano stati stabiliti

sotto le condizioni meno naturali in modo artificialissimo, non si può in nessun caso trarne la conclusione che la generazione spontanea sia per sè impossibile.

L'impossibilità della generazione spontanea non potrà mai del resto esser dimostrata. Infatti, come possiamo noi sapere se in quei remotissimi tempi primitivi non esistessero condizioni affatto diverse dalle presenti e se queste non avessero reso possibile un'autogonia? Anzi noi possiamo invece affermare con completa sicurezza che le condizioni biologiche generali del tempo primordiale dovevano essere affatto differenti da quelle dell'età presente. Pensate solo al fatto che le enormi masse di carbonio che noi presentemente troviamo deposte nelle roccie carbonifere primarie furono portate allo stato solido solo in seguito all'azione della vita vegetale; esse sono i residui potentemente compressi e condensati di innumeri cadaveri di piante che si accumularono nel corso di milioni d'anni. Ora al tempo in cui sulla scorza terrestre raffreddata, dopo l'origine dell'acqua liquida, si formarono per la prima volta, per generazione spontanea, degli organismi, quelle immense quantità di carbonio esistevano in forma affatto diversa, probabilmente per la maggior parte diffuse in forma d'acido carbonico nell'atmosfera. L'intera composizione dell'atmosfera era dunque straordinariamente diversa dalla presente. Infine, come si può dedurre da fatti chimici, fisici e geologici, lo stato di densità e le condizioni elettriche dell'atmosfera erano affatto differenti. Così pure erano ad ogni modo affatto particolari le proprietà fisiche e chimiche del mare primitivo che allora come un invoglio acqueo ininterrotto copriva in modo continuo tutta la superficie del globo. Temperatura, densità, salinità, ecc., devono essere state molto diverse da quelle del mare moderno. In ogni caso, anche se non sapessimo oltre di ciò, rimane sempre per noi incontestabile l'ammettere che a quel tempo, in condizioni affatto differenti, sia stata possibile una generazione spontanea che oggidì forse non è più possibile.

Aggiungasi ora che pei recenti progressi della chimica e della fisiologia quello che pareva avere di enigmatico e miracoloso il processo così contrastato e tuttavia necessario della generazione spontanea in gran parte o interamente è stato distrutto. Son appena sessant'anni che tutti i chimici affermavano non esser noi in grado di fabbricare artificialmente nei nostri laboratorii alcuna complessa combinazione del carbonio od un cosidetto « composto organico ». Solo la mistica « forza vitale » avrebbe dovuto poter produrre quei composti. Perciò quando nel 1828 il Wöhler in Gottinga confutò per la prima volta col fatto questo dogma, ed in via artificiale, da corpi puramente anorgici (composti di cianogeno e di ammoniaca) trasse quella sostanza prettamente « organica » che è l'urea, si fu altamente sorpresi e stupefatti. Recentemente, coi progressi della chimica sintetica, si è riuscito ad ottenere in modo affatto artificiale nei nostri laboratorii per mezzo di sostanze anorgiche una gran varietà di tali composti « organici » del carbonio, per esempio, alcool, acido acetico, acido formico, ecc. Persino molti complicatissimi composti del carbonio vengono ora artificialmente fabbricati, cosicchè c'è ogni probabilità di poter presto o tardi produrre artificialmente nelle nostre officine chimiche anche i più complessi e nello stesso tempo i più importanti di tutti, i composti albuminoidi del *plasson*. Ora in tal modo il profondo distacco che prima generalmente si ammetteva esistere fra i corpi organici e gli anorgici rimane in gran parte, o essenzialmente, affatto rimosso e vien tracciata la via al concetto della generazione spontanea.

Un'ancor maggiore anzi massima importanza hanno infine, per l'ipotesi della generazione spontanea, le notevolissime *monere*, quegli esseri viventi che abbiamo già

ripetutamente ricordato, che non solo sono i più semplici organismi osservati, ma anche i più semplici che si possano pur immaginare (15). Già precedentemente, quando studiavamo i più semplici fenomeni della riproduzione e dell'eredità, io vi ho descritto questi meravigliosi « *organismi senza organi* ». Noi conosciamo già otto o dieci dei diversi generi di tali monere di cui alcune vivono in acqua dolce, altre in mare (cfr. sopra, p. 99, 100; come pure la tavola I e la sua spiegazione in appendice). In istato perfettamente sviluppato e liberamente mobile esse in complesso non ci presentano altro che un grumo amorfo di una combinazione albuminoide del carbonio. Solo pel modo di riproduzione e di sviluppo, come pure di nutrizione, i singoli generi e le singole specie sono un po' diversi fra loro. Colla scoperta di questi organismi, la quale è della massima importanza, è tolta la più gran parte delle difficoltà che si oppongono all'ammettere una generazione spontanea. Infatti, siccome ad essi manca qualsiasi organizzazione, qualsiasi distinzione di parti eterogenee, poichè tutti i fenomeni vitali vengono in essi compiti da una stessa materia omogenea ed amorfa, noi possiamo perfettamente figurarci la loro origine per generazione spontanea. Se essa avviene per *plasmogonia*, se preesiste un plasma capace di vita, questo non ha che da individualizzarsi, nello stesso modo come nella cristallizzazione si individualizza la soluzione-madre dei cristalli. Se invece la produzione spontanea di monere avviene per vera *autogonia*, è inoltre necessario che dapprima quel *plasson* atto alla vita, quel muco primordiale (*Urschleim*) si formi da più semplici combinazioni del carbonio. In ogni modo l'autogonia deve in origine aver preceduto la plasmogonia.

Poichè noi ora siamo in stato di produrre artificialmente nei nostri laboratorii chimici tali complicate combinazioni del carbonio, non vi ha assolutamente alcuna ragione di ammettere che anche in natura non si trovino condizioni sotto le quali possano nascere simili composti. Anteriormente, quando si cercò di afferrare il concetto della generazione spontanea, si naufragò davanti alla composizione organologica anche dei più semplici organismi che allora si conoscevano. Solo dacchè noi abbiam fatto conoscenza con queste importantissime monere quella difficoltà capitale è sciolta. Infatti nel corpo plasmatico amorfo delle monere noi abbiamo imparato a conoscere degli organismi che non sono affatto composti da organi, che risultano puramente da una singola massa di composizione chimicamente omogenea, e che tuttavia crescono, si nutrono e si riproducono. L'ipotesi della generazione spontanea ha con ciò raggiunto quel grado di verosimiglianza che le dà diritto a riempire la lacuna fra la cosmogonia di Kant e la teoria della discendenza del Lamarck.

Solo simili organismi omogenei, non ancor per nulla differenziati, che per la loro omogenea costituzione molecolare stanno a pari coi cristalli anorgici, poterono prodursi per generazione spontanea e diventare i progenitori di tutti gli altri organismi. Nell'ulteriore sviluppo di essi noi dobbiamo considerare dapprima come il più importante processo il formarsi di un *nucleo* nell'ammasso amorfo di *plasson*. Questo noi possiamo figurarcelo fisicamente come un addensamento delle particelle d'albumina più interne o centrali accompagnato da una modificazione chimica di esse. La massa centrale più densa, che da principio passava gradatamente nel plasma periferico, si separò in seguito interamente da questo e costituì così un corpicciuolo albuminoide rotondo, indipendente e chimicamente alquanto diverso. Ora già per questo processo la monera è diventata una *cellula*. Che ora l'ulteriore sviluppo di tutti gli altri organismi da una tale cellula non abbia alcuna difficoltà, sarà risultato chiaro dalle precedenti conferenze. Infatti ogni animale ed ogni pianta non è, al principio della sua

vita individuale, che una semplice cellula. L'uomo, tanto come qualsiasi altro animale, non è altro, in principio, che una semplice cellula-uovo, una sfera di plasma con nucleo (pag. 171, fig. 5).

Nello stesso modo che il nucleo delle cellule organiche nacque per differenziamento dalla massa centrale del grumo plasmatico originariamente omogeneo, si formò pure alla superficie di questo la prima *membrana cellulare.* Anche questo semplice ma importantissimo processo noi, come abbiamo sopra osservato, possiamo spiegarcelo o con un precipitato chimico od un inspessimento fisico nello strato corticale più esterno, o con una secrezione. Uno dei primi adattamenti che siano stati subiti dalle monere nate per generazione spontanea dev'essere stato l'inspessimento d'uno stato corticale esterno che, come invoglio protettore, protesse la più molle massa interna contro gli influssi, gli attacchi, del mondo esterno. Ora dacchè per inspessimenti avvenuti nelle omogenee monere si fu prodotto all'interno un nucleo, alla superficie una membrana cellulare, furon date con ciò tutte le forme fondamentali dei materiali da cui sappiamo che per infinitamente molteplice combinazione si forma il corpo di tutti gli organismi superiori.

Come abbiam già ricordato, tutto il nostro modo di comprendere l'organismo riposa essenzialmente sulla *teoria cellulare* stabilita nel 1828 da Schleiden e Schwann. Secondo essa ogni organismo è o una semplice cellula o una comunità, uno stato di cellule strettamente connesse. Il complesso dei fenomeni morfologici e biologici di ogni organismo pluricellulare è il risultato complessivo dei fenomeni morfologici e biologici di tutte le singole cellule che lo costituiscono. In seguito ai recenti progressi della teoria cellulare è divenuto necessario di dare agli organismi elementari od « individui organici di prim'ordine » che per solito chiamansi cellule, il nome più generale e più adatto di *plastidii* o elementi plasmatori. Noi distinguiamo fra questi plastidii due gruppi principali, cioè i citodi e le vere cellule. I *citodi* sono pezzi di plasma senza nucleo come le monere (pag. 101, fig. 1). Le *cellule* invece sono pezzi di plasma che contengono un nucleo (pag. 102, fig. 2). Ognuna di queste due forme principali di plastidii si scinde di nuovo in due gruppi subordinati di forme secondo che esse posseggono o no un invoglio esterno (pelle, guscio o membrana). Noi possiamo dunque distinguere in generale le seguenti quattro specie di plastidii: 1° citodi primitivi o *gimnocitodi* (pag. 101, fig. 1 *A*); 2° citodi con membrana o *lepocitodi;* 3° cellule primitive o *gimnociti* (pag. 102, fig. 2 *B*); 4° cellule con membrana o *lepociti* (pag. 102, fig. 2 *A*).

Per quanto riguarda i rapporti di queste quattro forme di plastidii colla generazione primordiale l'ordine più probabile è il seguente: 1° i *gimnocitodi*, pezzi di plasma nudi, senza nucleo, simili alle monere viventi ancora oggidì, sono i soli plastidii che sian nati direttamente per generazione spontanea; 2° i *lepocitodi*, pezzi di plasma senza nucleo i quali sono circondati da un invoglio (membrana o guscio) son nati dai gimnocitodi o per inspessimento degli strati plasmatici più superficiali o per secrezione d'una membrana; 3° i *gimnociti* o cellule nude, pezzi di plasma con nucleo ma senza membrana, nacquero dai gimnocitodi per l'addensarsi delle più interne particelle plasmatiche in modo da formare un nucleo, per differenziamento di un nucleo centrale e d'una sostanza cellulare periferica; 4° i *lepociti* o cellule con membrana, pezzi di plasma con nucleo ed invoglio esterno (membrana o guscio), nacquero o dai lepocitodi col formarsi di un nucleo, o dai gimnociti col formarsi di una membrana. Tutte le rimanenti forme di plastidii che inoltre vi sono ancora sono solo nate posteriormente per *selezione cellulare*, per discendenza con adattamento, per differenziamento e trasformazione da quelle quattro forme fondamentali (pag. 149).

La *teoria dei plastidii*, questa derivazione di tutte le diverse forme di plastidii (e con ciò anche degli organismi da essi costituiti) dalle monere porta una semplice e naturale concatenazione in tutta la teoria dell'evoluzione. L'origine delle prime monere per generazione spontanea ci appare come un semplice e necessario processo nell'evoluzione del globo terrestre. Confesso che questo processo, sinchè non sarà stato osservato direttamente o ripetuto esperimentalmente, rimane una pura ipotesi. Ma io ripeto che quest'ipotesi è indispensabile per la connessione di tutta la storia naturale della creazione, che essa in sè non ha più nulla affatto di più forzato e meraviglioso, e che essa in nessun caso può essere positivamente confutata. Inoltre *il processo della generazione spontanea, quand'anche ogni giorno ed ogni ora esso avesse luogo ancora oggidì, sarebbe ad ogni modo estremamente difficile da osservare*, anzi quasi impossibile a stabilire come tale con piena sicurezza. Quest'opinione è pure condivisa dall'acuto Nägeli, che nel suo eccellente capitolo sulla *generazione spontanea* afferma: « *Negare la generazione spontanea, vuol dire proclamare il miracolo* ».



PARTE SECONDA

STORIA GENEALOGICA GENERALE

(FILOGENESI ED ANTROPOGENESI)

(Conferenze XVI-XXX)

DECIMASESTA CONFERENZA

Periodi ed archivi della creazione.

Riforma della sistematica per opera della teoria della discendenza. — Il sistema naturale come albero genealogico. — Archivi paleontologici dell'albero genealogico. — I fossili come medaglie commemorative della creazione. — Deposizione degli strati nettunici ed inclusione dei resti organici. — Divisione della storia organica della terra in cinque periodi principali: Epoca delle alghe, delle felci, delle conifere, degli alberi con vere foglie, e delle piante coltivate. — Sistema degli strati nettunici. — Immensa durata dei tempi trascorsi durante la loro formazione. — Deposizione degli strati solo durante l'abbassamento, non durante il sollevamento del suolo. — Altre lacune degli archivi della creazione. — Stato metamorfico dei più antichi strati nettunici. — Piccola estensione delle conoscenze paleontologiche. — Piccola frazione degli organismi e parti di organismi fossilizzabili. — Rarità di molte specie fossili. — Mancanza di forme fossili intermedie. — Gli archivi dell'ontogenesi e dell'anatomia comparata.

Signori!

La concezione storica del mondo organico introdotta nelle scienze biologiche dalla teoria della discendenza non promuove, oltre all'antropologia, nessun'altra scienza più efficacemente che la parte descrittiva della storia naturale, la zoologia e la botanica sistematiche. I più fra i naturalisti che si sono occupati sinora della sistematica degli animali e delle piante, raccoglievano, denominavano ed ordinavano le diverse specie di questi corpi naturali collo stesso interesse con cui gli antiquari e gli etnografi raccoglievano le armi e le masserizie dei diversi popoli. Molti non si elevano al disopra di quel grado di curiosità scientifica per cui si raccolgono, si muniscono di cartellino e si ordinano stemmi, francobolli ed altre curiosità. Nello stesso modo che questi collezionisti si compiaciono delle varietà di forme, bellezza o rarità degli stemmi, francobolli, ecc., e con ciò ammirano l'arte inventiva dell'uomo, così pure il più dei naturalisti si compiacevano delle molteplici forme degli animali e delle piante e stupivano della ricca fantasia del Creatore, della sua indefessa attività creativa e del singolare capriccio per cui presso a tanti belli ed utili organismi egli aveva anche creato una quantità di forme odiose ed inutili.

Questo modo puerile di trattare la zoologia e botanica sistematica viene dalla teoria della discendenza completamente annientato. Al posto dell'interesse superficiale e futile con cui i più consideravano sinora le forme organiche, compare l'interesse

molto più elevato della ragione cosciente, la quale nell'*affinità di forma* degli organismi vede la loro vera *consanguineità*. Il sistema naturale che prima aveva solo il valore di un catalogo di nomi che permette di ordinare a colpo d'occhio le varie forme, o di indice delle materie per esprimere brevemente il loro grado di affinità, acquista colla teoria della discendenza il valore incomparabilmente più elevato di un vero *albero genealogico degli organismi*. Questa tabella genealogica deve svelarci il legame di famiglia che intercede fra i grandi e piccoli gruppi. Essa deve cercar di mostrare in qual guisa le diverse classi, ordini, famiglie, generi e specie del regno animale e vegetale corrispondono alle diverse biforcazioni, rami e ramoscelli del loro albero genealogico. Ogni più ampia e più elevata categoria del sistema (per esempio, classe, ordine) comprende una quantità di più grandi e più robusti rami dell'albero; ogni più piccola ed inferiore categoria (per esempio, genere, specie) non comprende che gruppi minori e più deboli di ramoscelli. Solo considerando in tal guisa il sistema naturale come un albero genealogico noi possiamo riconoscere il vero valore di esso.

Solo questo concetto genealogico del sistema organico ha senza dubbio per sè l'avvenire. Appoggiati su di esso possiamo ora rivolgerci ad uno dei più essenziali, ma anche dei più difficili, còmpiti della « storia della creazione naturale », cioè alla vera costruzione dell'albero genealogico degli organismi. Vediamo sino a qual punto noi siamo già ora in istato di riconoscere in tutte le diverse forme organiche i discendenti divergenti di una sola o di alcune poche forme-stipiti comuni. Ma come possiamo noi costrurre il vero albero genealogico dei gruppi di forme animali e vegetali coi dati insufficienti e frammentarii che ora possediamo al riguardo? La risposta ci sta già in parte in quel che abbiamo osservato precedentemente riguardo al parallelismo delle tre serie evolutive, sull'importante nesso causale che collega l'evoluzione paleontologica dell'intero stipite organico coll'evoluzione embriologica degli individui e coll'evoluzione sistematica delle categorie.

Per sciogliere questa difficile questione dovremo rivolgerci dapprima alla *paleontologia* o *scienza dei fossili*. Infatti, se realmente la teoria della discendenza è vera, se realmente i resti pietrificati delle piante ed animali che vivevano una volta provengono dagli estinti antenati degli organismi moderni, allora la conoscenza ed il paragone dei fossili dovrebbe senz'altro svelarci la genealogia degli organismi. Quanto semplice ed evidente appare in teoria questo principio, altrettanto straordinariamente difficile e complicata si mostra la questione quando realmente la si prenda a studiare. La sua soluzione pratica sarebbe già molto difficile se i fossili fossero in certo modo completamente conservati. Questo tuttavia non è affatto il caso. Piuttosto questi veri archivii della creazione che stanno sepolti nei petrefatti sono oltre misura incompleti. Perciò appare ora anzitutto necessario di sottoporre questi archivi ad uno studio critico e determinare il valore che possiedono i fossili per la storia dell'evoluzione degli organismi. Poichè già antecedentemente abbiamo accennato all'importanza che hanno i fossili come « medaglie della creazione » quando abbiamo considerati i meriti del Cuvier per la paleontologia (p. 38), così noi possiamo ora passare subito alla ricerca delle condizioni sotto le quali i resti corporei organici si conservarono pietrificati ed in forma più o meno riconoscibile.

In generale noi troviamo dei fossili o petrefatti solo rinchiusi in quelle roccie che furono deposte a strati in istato di fango nell'acqua e che perciò son chiamate nettuniche, stratificate o sedimentarie. La deposizione di simili strati potè naturalmente aver principio solo dopochè nel corso dell'istoria della terra era accaduta la

condensazione del vapor acqueo in acqua liquida. Dopo quell'epoca, che noi abbiam già presa in considerazione nell'ultima conferenza, non solo cominciò la vita organica sulla terra, ma cominciò anche un'ininterrotta ed importantissima modificazione della crosta terrestre solidificata. L'acqua cominciò allora quell'azione meccanica estremamente importante per cui la superficie della terra viene costantemente, sebben lentamente, modificata. Presuppongo naturalmente che vi sia noto quale importantissima influenza eserciti l'acqua anche oggidì e ad ogni momento sotto questo rapporto. Cadendo in forma di pioggia, attraversando gli strati superiori della corteccia terrestre e discendendo dalle alture verso il basso essa scioglie chimicamente varii elementi minerali del suolo e meccanicamente esporta le particelle meno coerenti. Discendendo dai monti l'acqua conduce alla pianura i loro minuti detriti e li depone nell'acqua stagnante sotto forma di fango. Così essa lavora costantemente ad abbassare i monti e a colmare le valli. Nello stesso modo il rifrangersi delle onde lavora diuturnamente a distruggere le coste e a colmare il fondo del mare coi detriti ridotti in fango. Per tal modo il solo lavorio dell'acqua, se non fosse controbilanciato da altre circostanze, basterebbe col tempo a livellare tutta la terra. Non vi può esser dubbio che le masse rocciose che ogni anno son portate al mare in forma di fango e che si depongono sul fondo di esso non siano così importanti che nel corso di un più o meno lungo periodo, forse di pochi milioni d'anni, avrebbero completamente spianata la superficie terrestre avvolgendola di un continuo invoglio acqueo. Che ciò non accada lo dobbiamo alla costante reazione vulcanica dell'interno igneofluido della terra. Questa reazione del nucleo fuso contro alla corteccia solida produce sui più diversi siti del globo una continua alternanza di sollevamenti ed abbassamenti. Generalmente questi sollevamenti ed abbassamenti avvengono assai lentamente, ma durando migliaia d'anni essi, col sommarsi delle piccole singole azioni, producono non meno grandiosi risultati che la contrapposta azione livellatrice dell'acqua.

Pel fatto che i sollevamenti ed abbassamenti delle diverse parti del globo nel corso di milioni d'anni si alternano variamente, viene or questa or quella parte della superficie terrestre a trovarsi sopra o sotto il livello del mare. Già precedentemente (p. 189) ne ho dato degli esempi. Non v'ha probabilmente una sola parte della superficie terrestre che in seguito a ciò non sia stata già ripetutamente sopra o sotto quel livello. Per questa molteplice alternanza si spiega la molteplicità e la varietà di composizione dei molti strati rocciosi nettunici che nella maggior parte dei luoghi vi son deposti l'un sull'altro per un considerevole spessore.

Nei diversi periodi in cui ebbe luogo la deposizione degli strati viveva una popolazione svariatissima di animali e di piante. Quando i loro corpi colarono al fondo delle acque essi impressero la loro forma nel molle fango e certe parti indistruggibili, dure, ossa, denti, conchiglie, ecc., vennero incluse in esso senza alterazione. Esse rimasero conservate nel fango che si indurì in roccia nettunica e servono ora, come fossili, a caratterizzare i diversi strati. Coll'accurata comparazione dei diversi strati l'un l'altro sovrapposti, e dei fossili contenutivi è riuscito possibile determinare l'età relativa degli strati e dei gruppi di strati, come pure di stabilire empiricamente i momenti principali della filogenesi o della storia dell'evoluzione dello stipite animale e del vegetale.

I diversi strati l'un l'altro sovrapposti delle roccie nettuniche che sono composti in vario modo da calcare, argilla e sabbia sono stati dai geologi raggruppati in un sistema ideale che corrisponde all'intera concatenazione della *Storia organica della terra*, cioè di quella parte della storia della terra durante la quale esisteva la vita

organica. Come la cosidetta « storia universale » si divide in periodi maggiori o minori, che son caratterizzati dallo stato di sviluppo che avevano a quel tempo i popoli più importanti, e che sono divisi l'un l'altro da segnalati avvenimenti, così anche noi dividiamo la storia organica della terra, che è infinitamente più lunga, in una serie di periodi maggiori o minori. Ognuno di questi periodi è distinto per una fauna e flora caratteristica, per uno sviluppo particolarmente grande di un determinato gruppo di animali o di piante, ed ognuno di essi è separato dal periodo precedente e dal seguente da un notevole mutamento parziale nella composizione della popolazione animale e vegetale.

Per il seguente cenno del processo storico di sviluppo seguito dai grandi stipiti animali e vegetali è necessario anzitutto di dar qui la classificazione sistematica dei gruppi degli strati nettunici e dei maggiori e minori periodi che ad essi corrispondono. Come vedrete subito, noi siamo in grado di dividere tutta la massa delle roccie sedimentarie sovrapposte l'una all'altra in cinque gruppi principali o *terreni*, ogni terreno in più gruppi subordinati di strati cioè in più *sistemi*, ed ogni sistema di strati a sua volta in gruppi ancora minori o *formazioni;* finalmente anche ogni formazione si può dividere ancora in piani o sotto-formazioni, ed ognuna di queste di nuovo in strati ancor minori, banchi, ecc. Ognuno dei cinque grandi terreni venne deposto durante una grande sezione principale della storia della terra, durante un'*età;* ogni sistema durante un più breve *periodo*, ogni formazione durante un'*epoca* più breve ancora, ecc. Disponendo così in un sistema suddiviso i tempi della storia organica della terra e gli strati terrestri nettunici e fossiliferi deposti durante il loro corso, noi procediamo esattamente come gli storici che dividono la storia universale nelle tre sezioni principali dell'antichità, del medio evo e dei tempi moderni, dividendo poi ancora queste sezioni in subordinati periodi ed epoche. Ora come lo storico con questa recisa divisione sistematica e colla determinata delimitazione dei periodi con date di singoli anni vuol solo facilitare la rapida percezione dell'insieme e non già negare l'ininterrotta connessione degli avvenimenti e dell'evoluzione dei popoli, così lo stesso vale pure per la nostra sistematica divisione, specificazione o classificazione della storia organica terrestre. Anche qui il filo dell'evoluzione continuata si svolge senza interruzione. Noi rigettiamo dunque espressamente l'idea di volere in qualche modo, colla nostra netta delimitazione dei maggiori e minori gruppi di strati e dei tempi che lor corrispondono, rannodarci alla teoria cuvieriana delle rivoluzioni del globo e delle ripetute creazioni della popolazione organica. Che questa erronea teoria sia stata da molto tempo completamente demolita dal Lyell, ve l'ho già mostrato precedentemente (cfr. pag. 72).

Le cinque sezioni principali della storia organica della terra, o della storia dell'evoluzione paleontologica, son da noi designate col nome di età primordiale, primaria, secondaria, terziaria e quaternaria. Ognuna è caratterizzata precisamente dallo sviluppo preponderante di certi gruppi di animali e di piante; noi potremmo perciò anche designare chiaramente le cinque età per mezzo dei principali gruppi naturali del regno vegetale da un lato, e dall'altro colle diverse classi del tipo dei vertebrati. In tal caso l'età *prima* o primordiale sarebbe quella delle alghe e degli acranii, l'età *seconda* o primaria quella delle felci e dei pesci, l'età *terza* o secondaria quella delle conifere e dei rettili, l'età *quarta* o terziaria quella degli alberi con vere foglie e dei mammiferi, l'età *quinta* o quaternaria quella dell'uomo e della sua coltura. Le sezioni, o *periodi*, che noi distinguiamo in ciascuna delle cinque *età* vengono determinate dai diversi

sistemi di strati in cui si divide ognuno dei cinque grandi *terreni*. Ora gettiamo ancora un rapido sguardo sulla serie di questi sistemi e nello stesso tempo sulla popolazione delle cinque grandi età.

La prima e più lunga sezione principale della storia organica della terra è il *tempo primordiale* o *età delle alghe* che può anche esser chiamata età archeolitica od archeozoica. Essa comprende l'enorme lasso di tempo che è scorso dalla prima generazione spontanea, dall'origine del primo organismo terrestre sino alla fine della stratificazione siluriana. Durante questo tempo smisurato, che probabilmente fu molto più lungo che tutte insieme le altre quattro età, si deposero i tre più potenti fra tutti i sistemi di strati nettunici, cioè inferiormente il sistema *laurenziano*, su di esso il *cambriano* e superiormente il *devoniano*. Lo spessore o la potenza di questi tre sistemi quasi insieme ammonta a circa sessantamila piedi. Di essi circa 30,000 spettano al laurenziano, 18,000 al cambriano e 22,000 al devoniano. La potenza degli altri quattro terreni, primario, secondario, terziario e quaternario, presi insieme, può invece arrivare tutt'al più a 60,000 piedi, e già perciò, astrazione fatta da molte altre ragioni, si vede che la durata dell'età primordiale fu verosimilmente molto più lunga che la durata delle età successive sino al presente prese insieme. Molti milioni di secoli devono esser stati necessari per la deposizione di simili masse di strati. Sventuratamente la parte di gran lunga maggiore dei gruppi di strati primordiali si trova nello stato metamorfico di cui parleremo fra poco, e perciò i fossili contenutivi, i più antichi ed importanti di tutti, sono in gran parte distrutti o resi irriconoscibili. Solo in una parte degli strati cambriani e siluriani sono stati conservati dai fossili in grande quantità od in istato riconoscibile. Per il più antico di tutti i fossili ben conservati si ha l'*Eozoon canadense*, la cui natura organica (di politalamico) è del resto ancor dubbia e da molti contestata. Esso è stato trovato agli infimi strati laurenziani (nella formazione di Ottawa, sul fiume San Lorenzo).

Sebbene i fossili primordiali od archeolitici si siano conservati solo per la minima parte in istato riconoscibile, essi posseggono tuttavia il valore di documenti inapprezzabili per questo che è il più antico e più tenebroso dei tempi della storia organica della terra. Anzitutto sembra risultare da essi che durante tutto questo enorme lasso di tempo non vivevano quasi esclusivamente che abitatori dell'acqua. Finora almeno fra tutti i fossili archeolitici solo pochissimi son stati trovati che si possano designare con sicurezza come organismi terragnoli: i più antichi di questi sono alcune felci e scorpioni del periodo siluriano. Quasi tutti i resti di piante che noi possediamo dell'età primaria appartengono all'infimo di tutti i gruppi di piante, alla classe acquatica delle *alghe*. Queste formavano nel caldo mare primitivo dell'età primordiale potenti foreste della cui ricchezza di forme e foltezza ci possono ancor dare oggidì un'idea approssimativa i loro epigoni, le foreste di alghe del mare dei Sargassi nell'Atlantico. Le colossali foreste di alghe dell'età archeolitica tenevano allora il posto delle foreste della terra ferma, le quali mancavano ancora interamente. Come le piante, anche quasi tutti gli animali di cui si trovarono resti negli strati archeolitici vivevano nell'acqua. Degli artropodi non si trovano i crostacei ed alcuni scorpioni, ancor nessun insetto. Dei vertebrati non son noti che alcuni pochissimi resti di pesci che si trovano nei più recenti di tutti gli strati primordiali, nella formazione siluriana superiore. All'incontro vermi e vertebrati acefali (*acranii*), antenati dei pesci, devono aver vissuto in masse durante l'età primordiale. Perciò la possiamo denominare tanto l'età degli *acranii*, come quella della *alghe*.

L'*età primaria* od *età delle felci*, la seconda sezione principale della storia organica della terra, che si chiama anche età paleolitica o paleozoica, durò dalla fine della stratificazione siluriana sino alla fine della stratificazione permiana. Anche questo lasso di tempo fu di lunghissima durata, e si divide a sua volta in tre periodi, durante i quali si deposero tre potenti sistemi di strati, cioè inferiormente il sistema *devoniano* o della antica arenaria rossa, su esso il *carbonifero* o sistema del carbon fossile, e inferiormente il *permiano* o sistema dell'arenaria rossa recente e del Zechstein. Lo spessore approssimativo di questi tre sistemi, presi insieme, può importare circa 42,000 piedi, del che si vede già quale enorme durata sia stata richiesta per la loro formazione.

Le formazioni devoniane e permiane sono soprattutto ricche di resti di pesci, tanto di pesci primitivi o selaci quanto di ganoidi. Ma nell'età primaria mancano ancora completamente i pesci ossei. Nei carboni fossili si trovano già diversi resti di animali terragnoli e cioè tanto di artropodi (ragni ed insetti), quanto di vertebrati (anfibi). Nel sistema permiano agli anfibi si aggiungono ancora forme più elevate, i rettili, e precisamente forme affini alle nostre lucertole (*Proterosaurus*, ecc.). Ciò malgrado noi possiamo chiamare l'età primaria età dei *pesci*, perchè quei pochi anfibi e rettili non son nulla in paragone dell'enorme quantità di pesci paleolitici. Come i pesci fra i vertebrati, così fra le piante durante quest'età dominavano le felci o filicinee, e cioè tanto vere felci erbacee ed arborescenti (fillopteridi), che calamofiti e lepidofiti. Le felci o filicinee (piante terrestri) formavano la massa principale delle fitte foreste insulari dell'età paleolitica, i cui resti fossili ci sono conservati negli strati di carbon fossile enormemente potenti del sistema carbonifero e nei più tenui strati di carbone del sistema devoniano e permiano. Essi ci dànno diritto a chiamare l'età primaria tanto l'età delle *felci* come quella dei pesci.

La terza gran sezione principale della storia dell'evoluzione paleontologica vien costituita dall'*età secondaria* od *età delle conifere* che viene pur detta mesolitica o mesozoica. Essa va dalla fine della stratificazione permiana sino alla fine della cretacea e si divide a sua volta in tre grandi periodi. I sistemi di strati deposti durante essa sono inferiormente il sistema *triassico*, in mezzo il *giurassico* e superiormente il *cretaceo*. Lo spessore approssimativo di questi tre sistemi presi insieme sta già molto al disotto di quello del sistema primario e importa in complesso solo 15,000 piedi. In seguito a ciò l'età secondaria non sarà stata lunga verosimilmente nemmen la metà della primaria.

Come nell'età primaria i pesci, così dominano nella secondaria i *rettili* sopra tutti gli altri vertebrati; si originarono bensì durante questo tempo i primi uccelli e mammiferi, vivevano pure i giganteschi labirintodonti, ed ai numerosi selaci e ganoidi si accompagnarono i primi veri pesci ossei o teleostei. Ma la classe di vertebrati caratteristica e preponderante dell'età secondaria venne formata dai rettili sviluppati nel più molteplice modo. Presso ai rettili, che sono affini alle lucertole, ai coccodrilli e alle testuggini anche oggi viventi, formicolavano dappertutto nell'età mesolitica i più fantastici draghi. Sono specialmente particolari dell'età secondaria le notevoli lucertole volanti o pterosauri, i natanti draghi marini od halisauri, ed i colossali dragoni terrestri o dinosauri, poichè essi non vissero nè prima nè dopo di essa. Si può dunque chiamare l'età secondaria, età dei *rettili*. Altri la chiamano età delle *conifere*, più esattamente delle *gimnosperme* o piante dal seme nudo. Infatti questo gruppo di piante, rappresentato prevalentemente dalle due importanti classi delle *conifere* e delle *cicadee*, durante l'epoca secondaria costituiva in modo affatto preponderante le foreste di quel

Specchio dei periodi paleontologici o delle maggiori sezioni della storia organica della terra.

I.

PRIMA ETÀ - ETÀ ARCHEOLITICA - ETÀ PRIMORDIALE

(*Età degli acranii e delle alghe*).

1. Età archeolitica antica . . . . . . oppure . . . . Periodo laurenziano.
2. Età archeolitica media . . . . . . » . . . . Periodo cambriano.
3. Età archeolitica recente . . . . . . » . . . . Periodo siluriano.

II.

SECONDA ETÀ - ETÀ PALEOLITICA - ETÀ PRIMARIA

(*Età dei pesci e delle felci*).

4. Età paleolitica antica . . . . oppure . . . . Periodo devoniano.
5. Età paleolitica media . . . . » . . . . Periodo carbonifero.
6. Età paleolitica recente . . . . . . » . . . . Periodo permiano.

III.

TERZA ETÀ - ETÀ MESOLITICA - ETÀ SECONDARIA

(*Età dei rettili e delle conifere*).

7. Età mesolitica antica . . . . oppure . . . . Periodo triassico.
8. Età mesolitica media . . . . » . . . . Periodo giurassico.
9. Età mesolitica recente . . . . . . » . . . . Periodo cretaceo.

IV.

QUARTA ETÀ - ETÀ CENOLITICA - ETÀ TERZIARIA

(*Età dei mammiferi e degli alberi con vere foglie*).

10. Età cenolitica antica . . . . oppure . . . . Periodo eocenico.
11. Età cenolitica media . . . . » . . . . Periodo miocenico.
12. Età cenolitica recente . . . . » . . . . Periodo pliocenico.

V.

QUINTA ETÀ - ETÀ ANTROPOLITICA - ETÀ QUATERNARIA

(*Età dell'uomo e delle piante coltivate*).

13. Età antropolitica antica . . . . . . oppure . . . . Periodo glaciario.
14. Età antropolitica media . . . . . . » . . . . Periodo postglaciario.
15. Età antropolitica recente . . . . . » . . . . Periodo dell'incivilimento.

(Il periodo dell'incivilimento è il tempo storico o periodo delle tradizioni).

Specchio delle formazioni paleontologiche e degli strati fossiliferi della scorsa terrestre.

TERRENI	SISTEMI	FORMAZIONI	SINONIMI DELLE FORMAZIONI
V. Terreni antropolitici o Gruppo degli strati antropozoici (Quaternarii)	XIV. Recente (*Alluvium*)	36. Presente	Alluviale superiore
		35. Recente	Alluviale inferiore
	XIII. Pleistocene (*Diluvium*)	34. Postglaciaria	Diluviale superiore
		33. Glaciaria	Diluviale inferiore
IV. Terreni cenolitici o Gruppo degli strati cenozoici (Terziarii)	XII. Pliocene (Terziario moderno)	32. Arverniana	Pliocene superiore
		31. Subapenninica	Pliocene inferiore
	XI. Miocene (Terziario medio)	30. Faluniana	Miocene superiore
		29. Limburgiana	Miocene inferiore
	X. Eocene (Terziario antico)	28. Gesso	Eocene superiore
		27. Calcare grossolano	Eocene mediano
		26. Argilla di Londra	Eocene inferiore
III. Terreni mesolitici o Gruppo degli strati mesozoici (Secondarii)	IX. Cretaceo	25. Creta bianca	Cretaceo superiore
		24. Arenaria verde	Cretaceo mediano
		23. Neocomiana	Cretaceo inferiore
		22. Wealdiana	Formazione delle foreste
	VIII. Giurassico	21. Portlandiana	Oolite superiore
		20. Oxfordiana	Oolite mediano
		19. Batoniana	Oolite inferiore
		18. Liasica	Formazione del lias
	VII. Triassico	17. Keuperiana	Triassico superiore
		16. Calcare conchiglifero	Triassico mediano
		15. Arenaria variegata	Triassico inferiore
II. Terreni paleolitici o Gruppo degli strati paleozoici (Primari)	VI. Permiano (Dyas)	14. Zechstein	Permiano superiore
		13. Arenaria rossa recente	Permiano inferiore
	V. Carbonifero (Carbon fossile)	12. Arenaria carbonifera	Carbonifero superiore
		11. Calcare carbonifero	Carbonifero inferiore
	IV. Devoniano (Vecchia arenaria rossa)	10. Piltoniana	Devoniano superiore
		9. Ilfracombe	Devoniano medio
		8. Linton	Devoniano inferiore
I. Terreni archeolitici o Gruppo degli strati archeozoici (Primarii)	III. Siluriano	7. Ludlow	Siluriano superiore
		6. Landowery	Siluriano medio
		5. Landeilo	Siluriano inferiore
	II. Cambriano	4. Potsdam	Cambriano superiore
		3. Longmynd	Cambriano inferiore
	I. Laurenziano	2. Labrador	Laurenziano superiore
		1. Ottawa	Laurenziano inferiore

tempo. Le filicinee invece si ridussero, e gli alberi provvisti di vere foglie non si sviluppavano che verso la fine di quell'età, nel periodo cretaceo.

Molto più breve e meno peculiare di queste tre prime età fu la quarta gran sezione della storia organica della terra, l'età *terziaria* od età degli *alberi con vere foglie*. Quest'età, che si chiama anche cenolitica o cenozoica, si estese dalla fine della stratificazione terziaria sino alla fine della pliocenica. Gli strati deposti durante questo tempo non raggiungono approssimativamente che una potenza di 3000 piedi e rimangono perciò molto al disotto dei tre primi terreni. Anche i tre sistemi in cui si divide il terreno terziario non si distinguono fra loro che difficilmente. Il più antico di essi si chiama *eocene* o terziario antico, il mediano *miocene* o terziario medio, ed il più recente *pliocene* o sistema terziario recente.

L'intera popolazione dell'età terziaria si avvicina in complesso e nei particolari molto più a quella del presente che non fosse il caso per le età precedenti. Fra i vertebrati la sola classe dei mammiferi prepondera d'ora in avanti di gran lunga su tutte le altre. Così pure nel regno vegetale predomina il ricco gruppo delle piante a seme coperto od *angiosperme*, i cui alberi fronzuti formavano le caratteristiche foreste dell'epoca terziaria. La sezione delle angiosperme risulta dalle due classi delle *monocotiledoni* e delle *dicotiledoni*. È vero che delle angiosperme appartenenti ad entrambe le classi si erano mostrate già nel periodo cretaceo e che erano già apparsi i mammiferi nell'ultima parte del trias; ma entrambi questi gruppi, mammiferi ed angiosperme, non raggiunsero il loro vero sviluppo e la loro supremazia che nell'età terziaria cosicchè da essi questa può giustamente trarre il nome.

La quinta ed ultima sezione principale della storia organica della terra è formata dall'*età quaternaria* od *età della cultura*, quel tempo, insignificante per lunghezza rispetto alle altre quattro età, che noi per solito con ridicola pretensione chiamiamo « storia universale ». Poichè lo sviluppo dell'*uomo* e della sua *civiltà*, che esercitò la sua azione modificatrice in modo più potente che tutti i processi anteriori sul mondo organico, caratterizzò quest'epoca, così la si potrebbe chiamare *età dell'uomo, età antropolitica* od *antropozoica*. La si potrebbe chiamare ugualmente *età delle piante coltivate*, poichè anche negli infimi stadii della civiltà umana l'influsso modificatore di questa si rende già visibile nell'utilizzamento delle piante e dei loro prodotti e con ciò anche nella fisionomia del paesaggio. Geologicamente il principio di questa età, che arriva sino al presente, vien determinato dal termine della stratificazione pliocenica.

Gli strati nettunici che furono deposti durante la relativamente breve età quaternaria sono nei diversi siti della terra di spessore variabile, ma generalmente molto piccolo. Li si divide in due diversi sistemi di cui il più antico vien detto *diluviale* o *pleistocenico*, il più moderno *alluviale* o *recente*. Il sistema diluviale stesso si scinde ancora in due formazioni, nell'antica formazione *glaciale* e nella moderna *postglaciale*. Infatti durante l'antico periodo diluviale seguì quel rimarchevolissimo abbassamento della temperatura terrestre che condusse ad un esteso agghiacciamento delle zone temperate. L'alta importanza che ha acquistato questo « *periodo glaciale* » per la distribuzione geografica e topografica degli organismi fu già intieramente spiegata (p. 191). Anche il *periodo postglaciale*, che venne dopo il periodo glaciale, cioè il periodo diluviale moderno, durante il quale la temperatura risalì e respinse il ghiaccio verso i poli, fu importantissimo per la costituzione dei moderni rapporti corologici.

Il carattere biologico dell'età quaternaria sta essenzialmente nello sviluppo e nella distribuzione dell'organismo umano e della sua coltura. Molto più di ogni altro

organismo l'uomo ha agito modificando, distruggendo e nuovamente formando, sulla popolazione animale e vegetale della terra. Per questo motivo, non perchè noi concediamo all'uomo una posizione eccezionale e privilegiata nella natura, noi possiamo con perfetta ragione considerare lo sviluppo dell'uomo e della sua cultura come il principio di una speciale ed ultima sezione principale della storia organica della terra. Tuttavia è probabile che lo sviluppo corporeo dell'uomo primitivo da scimmie antropoidi abbia già avuto luogo nel pliocene o terziario moderno, fors'anche già nel miocene o terziario medio. Ma il vero sviluppo della *favella umana* che noi consideriamo esser stato la più potente leva per l'evoluzione delle prerogative proprie dell'uomo e della sua signoria sui rimanenti organismi, cade probabilmente solo in quel lasso di tempo che per ragioni geologiche si distingue come periodo pleistocenico. In ogni caso il tempo che è scorso dallo svilupparsi della favella umana sino al presente, abbia esso preso molte migliaia od anche centinaia di migliaia di anni, è affatto incospicuo rispetto all'immensa durata delle età che scossero dal principio della vita organica sulla terra sino al presente.

Lo specchietto precedente (pag. 219) vi mostra a destra la serie dei terreni, dei sistemi e delle formazioni paleontologiche, cioè dei maggiori e minori gruppi di strati nettunici che includono dei fossili, dai depositi superiori od alluviali giù sino agli infimi o laurenziani. La tabella che sta di fronte a sinistra (pag. 218) vi presenta la divisione storica dei corrispondenti spazi di tempo, dei maggiori e minori periodi paleontologici e ciò in serie inversa, dal più antico laurenziano, va sino al più recentissimo quaternario (cfr. anche pag. 222).

Si son fatti molti tentativi per calcolare approssimativamente il numero di millennii che compongono questi spazi di tempo. Si paragonò lo spessore degli strati di limo che, secondo fu osservato, si depongono durante un secolo e che raggiungono solo poche linee o pollici coll'intero spessore delle masse rocciose stratificate cui abbiamo dato ora un rapido sguardo. Questo spessore può all'ingrosso calcolarsi approssimativamente a circa 130,000 piedi, e di essi spettano 70,000 al terreno primordiale od archeolitico, 42,000 al primario o paleolitico, 15,000 al secondario o mesolitico, e finalmente solo 3000 al terziario o cenolitico. Lo spessore esilissimo e non approssimativamente determinabile del terreno quaternario od antropolitico non vien qui affatto preso in considerazione. Lo si può al massimo calcolare a circa 500-700 piedi. S'intende però che tutte queste misure non hanno che un valore grossolano ed approssimativo e devono servire solo a mostrarci la misura *relativa* dei sistemi di strati e dei corrispondenti spazi di tempo e ciò molto all'incirca. Anche le misure vengono del resto valutate molto diversamente.

Se ora si divide in cento parti uguali la durata complessiva della storia organica della terra, cioè l'intero spazio di tempo che è trascorso dal principio della vita sulla terra sino al giorno d'oggi, e se poi corrispondentemente agli spessori relativi dei diversi strati da noi dati approssimativamente, si calcola la durata relativa delle cinque divisioni principali od età secondo la percentuale, si ottiene il seguente risultato (cfr. pag. 222).

I. Età archeolitica o primordiale	53.6
II. Età paleolitica o primaria	32.1
III. Età mesolitica o secondaria	11.5
IV. Età cenolitica o terziaria	2.3
V. Età antropolitica o quaternaria	0.5
Totale	100.0

Si vede dunque che la lunghezza dell'età archeolitica, durante la quale non esistevano ancor quasi affatto animali e piante terrestri, importa oltre la metà, più del 53 per cento, e all'incontro la lunghezza dell'età antropolitica, durante la quale esisteva l'uomo, appena $^{1}/_{2}$ p. cento della durata complessiva della storia organica della terra. Ma è affatto impossibile di calcolare in anni questa durata, nemmeno approssimativamente.

Spessore relativo dei cinque sistemi di strati.

IV. Sistema degli strati cenolitici. 3,000 piedi		Eocene, Miocene, Pliocene
III. Sistema degli strati mesolitici Sedimenti dell'età secondaria. Circa 15,000 piedi		IX. Sistema cretaceo VIII. Sistema giurassico VII. Sistema triasico
II. Sistema degli strati paleolitici Sedimenti dell'età primaria. Circa 42,000 piedi		VI. Sistema permiano V. Sistema carbonifero IV. Sistema devoniano
TABELLA pel confronto dei sistemi di strati fossiliferi della scorza terrestre per rapporto al loro spessore relativo Circa 130,000 piedi	**I. Sistema degli strati archeolitici** Sedimenti dell'età primordiale Circa 70,000 piedi	III. Sistema siluriano Circa 22,000 piedi II. Sistema cambriano Circa 18,000 piedi I. Sistema laurenziano Circa 30,000 piedi

Lo spessore degli strati di limo che si depongono durante un secolo nell'età presente e che si vollero usare come basi per questo calcolo è naturalmente, nei diversi punti del globo sotto le differentissime condizioni in cui dappertutto ha luogo la deposizione, affatto differente. Esso è piccolo in fondo all'alto mare, nel letto di larghi fiumi dal breve corso e nei laghi chiusi che ricevono molto scarsi afflussi. Esso è relativamente notevole sulle coste marine molto battute, alla foce di grandi correnti con lungo corso e nei laghi ricchi di affluenti. Alla foce del Mississippi che trascina con sè notevolissime masse di fango, in 100,000 anni se ne deporrebbero ben 600 piedi. Al fondo del mare aperto, lungi dalle coste, non si deporrebbero durante questo tempo che pochi piedi di fango. Persino sulle coste dove vien deposto relativamente molto fango, lo spessore degli strati formati da esso durante un secolo, quando esso si sia posteriormente concretato in solida roccia, non raggiungerebbe che alcuni pollici o linee. In ogni caso però tutti i calcoli basati su questi rapporti rimangono affatto incerti e noi non possiamo nemmeno approssimativamente immaginarci l'enorme durata dei tempi che furono richiesti per la formazione di quei sistemi nettunici di strati. Solo misure relative, non già assolute, son qui applicabili.

Del resto si sarebbe anche interamente in errore se si volesse prendere la sola potenza di quei sistemi di strati come misura del tempo trascorso veramente durante

la loro formazione. Infatti i sollevamenti ed abbassamenti della scorza terrestre si sono costantemente alternati e, secondo ogni verosimiglianza, la differenza mineralogica e paleontologica che si nota fra due successivi sistemi di striati e fra due successive loro formazioni corrisponde ad un intercedente intervallo di molte migliaia d'anni durante il quale il punto relativo della scorza terrestre era sollevato sopra il livello dell'acqua. Solo dopo la fine di questo tempo, quando un nuovo abbassamento portò di nuovo sott'acqua questo sito, ebbe luogo la deposizione d'un nuovo strato di terreno. Poichè però le condizioni anorgiche ed organiche in questo sito avevano subito frattanto una notevole trasformazione, lo strato di fango nuovamente formato dovrebbe riuscir composto di diversi costituenti ed includere fossili affatto differenti.

Le spiccate differenze che intercedono spesso fra i fossili di due strati successivi si devono spiegare semplicemente e facilmente solo coll'ammettere che lo stesso punto della superficie terrestre fu esposto a *ripetuti abbassamenti e sollevamenti*. Anche presentemente tali sollevamenti ed abbassamenti, che si ascrivono alla reazione del nucleo igneo-fluido della terra contro la scorza indurita, hanno luogo su vasta scala.

Così per esempio la costa della Svezia ed una parte delle coste occidentali del Sud-America si rialzano lentamente e costantemente, mentre la costa dell'Olanda ed una parte della costa orientale del Sud-America poco alla volta si abbassano. Il sollevarsi come l'abbassarsi non accadono che molto lentamente e importano in un secolo ora solo alcune linee, ora alcuni pollici o al più qualche piede. Se però questo movimento perdura ininterrotto per centinaia di millennii, esso può formare le più alte montagne.

È certo che sollevamenti ed abbassamenti, come quelli che si possono anche oggidì misurare in quei luoghi, durante tutto il corso della storia organica della terra, devono ininterrottamente essersi alternati in diversi punti. Ciò risulta con piena sicurezza dalla distribuzione geografica degli organismi (Cfr. pag. 189). Ora è straordinariamente importante pel retto apprezzamento dei nostri archivi paleontologici della creazione il comprendere bene come degli strati durevoli poterono solo deporsi durante il lento abbassamento del suolo sotto l'acqua, non già durante un prolungato innalzamento. Quando il suolo si sprofonda lentamente sempre più sotto il livello del mare, allora gli strati di limo depostisi arrivano in un'acqua sempre più profonda e tranquilla dove essi possono tranquillamente concretarsi in roccia. Quando invece il suolo lentamente si solleva, allora gli strati deposti di fresco, i quali includono resti di animali e di piante, ritornano nella zona del moto ondoso e vengono subito distrutti dai frangenti insieme coi resti organici che contenevano. Per questa semplice ma importantissima ragione è dunque solo durante un lungo abbassamento del suolo che possono deporsi abbondanti strati in cui i resti organici rimangono conservati. Se dunque due diverse formazioni o strati immediatamente susseguentisi corrispondono a due diversi periodi di abbassamento, noi dobbiamo fra questi ultimi ammettere un lungo intervallo di sollevamento del quale noi non sappiamo nulla perchè non vi poterono esserci conservati resti fossili degli animali e delle piante che allora vivevano. Certamente però questi *periodi di sollevamento* trascorsi senza lasciar traccia di sè non meritano minor attenzione che i *periodi di abbassamento* che con essi si alternano e della cui popolazione organica gli strati fossiliferi ci dànno un concetto approssimato. Probabilmente i primi non ebbero in complesso durata minore degli ultimi; molte importanti ragioni ci portano ad ammetterlo.

Già di qui si scorge quanto incompleto debba necessariamente essere il nostro archivio, tanto più che teoricamente si può riconoscere che appunto durante i periodi

di sollevamento la vita animale e vegetale dovette crescere in varietà. Infatti pel sollevarsi fuori d'acqua di nuovi tratti di terra si formano nuove isole. Ora ogni nuova isola è un nuovo centro di creazione, poichè i nuovi animali e vegetali capitativi casualmente trovano in questo nuovo suolo ampia opportunità di svilupparsi in modo particolare per effetto della lotta per l'esistenza e di formare nuove specie. La formazione di nuove specie ha verosimilmente avuto luogo di preferenza durante questi intervalli di cui sventuratamente non poterono esserci conservati fossili di sorta; viceversa il lento abbassamento del suolo diede piuttosto occasione all'estinguersi di molte specie e ad un regresso nella loro formazione. Anche le forme intermedie fra le specie antiche e quelle nuovamente formantisi debbono esser vissute prevalentemente durante quei periodi di sollevamento, e perciò non poterono parimenti lasciare resti fossili.

Alle importanti e deplorevoli lacune dei documenti paleontologici della creazione, le quali dipendono dai sollevamenti, si aggiungono ancora molte altre circostanze che menomano straordinariamente il valore di essi. Ad esse appartiene prima di tutto lo *stato metamorfico dei più antichi gruppi di strati*, appunto di quelli che contengono i vestigi della più antica flora e fauna, degli stipiti di tutti gli organismi posteriori, e che perciò avrebbero un interesse affatto speciale. Appunto queste roccie, cioè la maggior parte degli strati primordiali od archeolitici, quasi tutto il sistema laurenziano e gran parte del cambriano, non contengono più affatto resti riconoscibili, e ciò per la semplice ragione che questi strati, per opera dell'interno igneo-fluido del globo furono ulteriormente di nuovo alterati o metamorfosati. Pel calore del nucleo incandescente del globo questi profondissimi strati nettunici della scorza terrestre ebbero interamente trasformata la loro originaria struttura stratificata, e furono portati allo stato cristallino. Ora con ciò la forma dei resti organici inclusivi andò interamente perduta. Solo qua e là per un caso fortunato essa ci fu conservata, come è il caso per parecchi dei più antichi fossili conosciuti del cambriano inferiore e del laurenziano. Tuttavia dagli strati di carbone cristallino (grafite) e di calce cristallina (marmo) che sono deposti nelle roccie metamorfiche noi possiamo indurre con sicurezza la presenza antica in essi di piante pietrificate e resti di animali.

Straordinariamente incompleti divengono poi i nostri archivi della creazione per la circostanza che solo una piccolissima parte della superficie terrestre è stata ben studiata geologicamente, sopratutto l'Europa e il Nord-America, e poi singoli punti del Sud-America e delle Indie orientali; ma la maggior parte di esse ci è incognita. Lo stesso vale per la maggior parte dell'Asia, la più estesa di tutte le parti del mondo; anche dell'Africa (eccettuato il Capo di Buona Speranza e le coste mediterranee), e dell'Australia non sappiamo che pochissimo. In complesso solo la centesima parte dell'intera superficie terrestre può dirsi che sia stata studiata a fondo dal lato paleontologico. Perciò ci è ben lecito sperare che, coll'ulteriore espansione delle ricerche geologiche cui verrà sopratutto in aiuto la costruzione di ferrovie ed i lavori di miniere, potremo trovare ancora una gran quantità di importanti fossili. Un indizio a favore di ciò ci è dato dai notevoli fossili che si sono trovati nei pochi punti meglio studiati dell'Africa e dell'Asia, nella terra del Capo ed all'Imalaia. Una quantità di forme animali affatto nuove e molto peculiari ci è così divenuta nota. È vero che d'altra parte noi dobbiamo considerare che l'esteso fondo del mare odierno è provvisoriamente affatto inaccessibile alle ricerche paleontologiche; la maggior parte dei fossili ivi sepolti da tempi remotissimi non la conosceremo mai o solo dopo il corso di molti millennii,

quando per graduati sollevamenti l'attuale fondo marino sarà venuto più a giorno. Se voi considerate che l'intera superficie terrestre risulta per circa tre quinti di acqua e solo per due quinti di terra ferma, voi potete calcolare che anche in questo rapporto l'archivio paleontologico contiene una enorme lacuna.

Ora però si aggiungono ancora per la paleontologia una serie di difficoltà che si basano sulla natura degli organismi stessi. Anzitutto dobbiamo qui rilevare che normalmente solo parti dure e solide del corpo degli organismi arrivano al fondo del mare e delle acque dolci e qui possono essere incluse nel fango e pietrificate. Sono dunque segnalatamente le ossa e i denti dei vertebrati, le conchiglie calcaree dei molluschi, gli scheletri chitinosi degli artropodi, gli scheletri calcarei dei raggiati e coralli, e infine le parti lignee, solide delle piante, quelle che sono capaci di una simile pietrificazione. Invece le parti molli e delicate, le quali nel maggior numero degli organismi formano la parte di gran lunga maggiore del corpo, non arrivano che ben di rado nel limo in condizioni così favorevoli da permetter loro di pietrificarsi o di imprimere nettamente la loro forma esterna nel limo indurito. Ora pensate che intere grandi classi di organismi, come per esempio le meduse, i molluschi nudi, che non hanno conchiglia, gran parte degli artropodi, quasi tutti i vermi, e persino i vertebrati inferiori, non possiedono affatto parti solide e dure pietrificabili. Così pure appunto le parti più importanti delle piante, i fiori, sono per solito così molli e delicate che esse non possono essere conservate in modo riconoscibile. Di tutte queste importanti forme organiche non potremo dunque naturalmente aspettarci di trovare resti pietrificati. Infine gli embrioni e gli stadii giovanili di quasi tutti gli organismi sono così molli e delicati che essi non sono affatto fossilizzabili. Quel che troviamo dunque di fossili nei sistemi di strati nettunici della corteccia terrestre non sono relativamente in complesso che poche forme e il più soventi solo singoli frammenti.

È poi da tener conto del fatto che gli abitatori del mare hanno in molto più alto grado la probabilità di conservare pietrificato il loro corpo negli strati di fango depostisi che non gli abitatori delle acque dolci e della terra ferma. Gli organismi che abitano la terra ferma possono normalmente essere pietrificati solo quando i loro cadaveri cadono accidentalmente nell'acqua e vengono sepolti al fondo negli strati di fango indurentisi, il che dipende da varie condizioni. Perciò non ci può far meraviglia che la parte di gran lunga maggiore dei fossili appartenga ad organismi che vivevano in mare e che di abitanti della terra emersa relativamente pochissimi ci siano conservati in istato fossile. Quali eventualità intervengano qui può già dimostrarvelo la circostanza che di molti mammiferi fossili, specialmente di quasi tutti i mammiferi dell'età secondaria, non si conosce altro che la mascella inferiore. Quest'osso è prima di tutto relativamente solido e, secondariamente, esso si stacca molto facilmente dal cadavere che galleggia sull'acqua. Mentre il cadavere è spinto oltre e distrutto dall'acqua, la mandibola cade al fondo dell'acqua e qui viene inclusa dal limo. Solo così si spiega il fatto rimarchevole che in un schisto calcareo del sistema giurassico presso Oxford in Inghilterra, nelle ardesie di Stonesfield, si sono finora trovate solo le mandibole di numerosi marsupiali, che sono i più antichi mammiferi conosciuti. Di tutto il rimanente del loro corpo non era più presente neanche un osso. Gli « esatti » avversarii della teoria dell'evoluzione dovrebbero, secondo la loro logica usuale, trarne la conseguenza che la mandibola era il solo osso che vi fosse nel corpo di quei notevoli animali.

Per l'apprezzamento critico delle molte insignificanti accidentalità che influiscono in modo notevolissimo sulla nostra conoscenza dei fossili, sono infine molto istruttive

le impronte di piedi che si trovano in grande quantità in diversi estesi depositi d'arenarie, per esempio nell'arenaria rossa del Connecticut, nell'America del Nord. Queste pedate provengono evidentemente da vertebrati, verosimilmente da rettili, del cui corpo stesso non ci è rimasta conservata pur la minima traccia. Le impronte che i loro piedi hanno lasciate nel fango ci tradiscono solo l'esistenza antica di questi animali che del resto ci sono sconosciuti.

Quali eventualità determinino poi ancora i limiti delle nostre conoscenze paleontologiche potete calcolarlo da ciò che di molti importanti fossili non si conosce che uno o due esemplari. Non sono ancora trascorsi trent'anni dacchè abbiamo conosciuto nel sistema giurassico l'incompleta impronta di un uccello, la cui conoscenza è della massima importanza per la filogenesi di tutta la classe degli uccelli. Tutti gli uccelli finora noti formavano un gruppo molto uniformemente organizzato e non mostravano alcuna speciale forma di passaggio alle altre classi di vertebrati, nemmeno ai rettili, loro più stretti affini. Per contro quell'uccello fossile giurassico (*Archaeopteryx*) non possedeva la coda ordinaria degli uccelli, ma una coda da lucertola, e confermava con ciò l'affinità colle lucertole, la quale per altre ragioni già si presupponeva. Per questo singolo fossile vennero dunque notevolmente allargate non solo le nostre conoscenze sull'età della classe degli uccelli, ma anche quelle sulla loro consanguineità coi rettili. Nello stesso modo le nostre conoscenze su altri gruppi animali vennero spesso essenzialmente trasformate dalla fortuita scoperta di un singolo fossile. Poichè però di molti fossili importanti non conosciamo in realtà che pochissimi esemplari o solo frammenti, deve anche per questo motivo l'archivio paleontologico essere estremamente incompleto.

Un'altra deplorevole lacuna di esso dipende dal fatto che le *forme intermedie* che collegano le differenti specie per solito non sono conservate, e ciò per la semplice ragione che esse (pel principio della divergenza dei caratteri) erano peggio collocate nella lotta per la vita che le varietà più divergenti che si sviluppavano da una stessa forma-stipite. I membri intermedi in complesso si sono sempre estinti rapidamente e solo di rado sonosi completamente conservati. Invece le forme più fortemente divergenti poterono mantenersi in vita per più lungo tempo come specie indipendenti, moltiplicarsi in numerosi individui e perciò anche venire più facilmente pietrificate. Con ciò non è tuttavia escluso che in molti casi anche le forme intermedie colleganti le specie non siansi potute conservare allo stato fossile così completamente da porre anche oggidì i paleontologi sistematici nella massima perplessità e da provocare dispute senza fine sui limiti affatto arbitrari delle specie.

Un ottimo esempio di ciò ce l'offre la celebre chiocciolina polimorfa d'acqua dolce di Stubenthal presso Steinheim nel Würtemberg, la quale è stata descritta ora come *Paludina*, ora come *Valvata*, ora come *Planorbis multiformis*. Le candide conchiglie di questa chiocciolina costituiscono più della metà dell'intera massa di una collina calcarea terziaria, e mostrano in questa sola località una così meravigliosa multiformità che si poterono descrivere le forme estreme più divergenti come almeno venti specie diverse collocandole persino in quattro generi diversi. Ma tutte queste forme estreme sono rannodate da tante forme intermedie di collegamento e queste sono così regolarmente disposte le une presso e sopra le altre, che l'Hilgendorf ne potè sviluppare nel modo più chiaro la genealogia di questo intero gruppo di forme. Similmente in molte altre specie fossili (per esempio molte ammoniti, terebratule, echini, crinoidi, ecc.) le forme intermedie di collegamento si trovano in tale abbondanza da mettere alla disperazione gli « smerciatori di specie fossili ».

Se voi ora ponderate tutte le contingenze citate sin qui, non vi meraviglierete che gli archivi paleontologici della creazione siano straordinariamente incompleti e pieni di lacune. Ma non pertanto i fossili che realmente sono stati trovati hanno massimo valore. La loro importanza per la storia della creazione non è minore di quella che posseggono per la storia universale, per l'archeologia e per la filologia le celebri iscrizioni di Rosetta ed il decreto di Canopo. Come per queste due vetustissime iscrizioni divenne possibile di allargare straordinariamente la storia dell'antico Egitto e di decifrare tutti gli scritti geroglifici, così ci bastano in certi casi alcune ossa di un animale od incomplete impronte di una forma inferiore di animale o di pianta per avere importantissimi punti di partenza per la storia di un intero gruppo e pel riconoscimento della sua genealogia. Un paio di piccoli molari trovati nella formazione keuperiana del trias hanno dato da soli la prova certa che già nell'epoca triassica esistevano mammiferi.

Sull'incompletezza dei documenti geologici della creazione dice il Darwin, d'accordo col Lyell, il celebre geologo che da poco è morto: « Il resoconto della creazione naturale, quale ce lo trasmette la paleontologia, è un'istoria della terra, incompletamente conservata e scritta in dialetti variabili, di cui però solo l'ultimo volume riguardante solo alcune parti della superficie terrestre è pervenuto sino a noi. Tuttavia anche di questo volume solo un breve capitolo è qua e là conservato e di ogni sua pagina non rimangono qua e là che alcune linee. Ogni parola della lingua di questo racconto, lingua che lentamente va mutandosi, è più o meno diversa nella serie ininterrotta dei singoli brani e può corrispondere alle forme organiche che in apparenza cambiano improvvisamente le quali stanno sepolte negli strati immediatamente sovrapponentisi nelle nostre formazioni l'una dall'altra discoste ».

Se voi tenete sempre ben presente questa straordinaria incompletezza dei documenti paleontologici, non vi parrà strano che noi quando vogliamo schizzare l'albero genealogico dei diversi gruppi organici, ricorriamo ancora a tante malsicure ipotesi. Fortunatamente però noi possediamo ancora, oltre ai fossili, altri documenti storici, e questi in molti casi non hanno minor valore, il più delle volte hanno anzi un valore più grande che i petrefatti. Di gran lunga i più importanti fra questi altri documenti della storia della creazione sono senza dubbio quelle offertici dall'*ontogenesi* o storia dell'embrione, poichè questa ci riproduce a grandi tratti essenziali l'immagine della storia della stirpe o *filogenesi* (Cfr. sopra a pag. 178).

Certamente lo schizzo che l'ontogenesi degli organismi ci dà della loro filogenesi, nel più dei casi è più o meno sbiadito, e ciò tanto più quanto più l'adattamento nel corso dei tempi ha preso il sopravvento sull'eredità, e quanto più potente è stata l'opera della legge dell'eredità abbreviata e della legge dell'adattamento correlativo. Ma ciò non menoma l'alto valore che posseggono i tratti fedelmente conservati di quello schizzo. *Specialmente pel riconoscimento dei più antichi stadii dello sviluppo paleontologico l'ontogenesi ha un valore affatto inapprezzabile*, poichè appunto dei primi stadii evolutivi dei tipi e delle classi non ci furon conservati resti fossili di sorta ed anche già per la molle e tenera natura di essi non potevano esserci conservati. Nessun fossile potrebbe darci notizia dell'importantissimo fatto narratoci dall'ontogenesi, che cioè gli antichissimi progenitori comuni di tutte le diverse specie di animali e di piante erano cellule affatto semplici, simili ad uova. Nessun fossile potrebbe dimostrarci il fatto infinitamente importante stabilito dall'ontogenesi che da semplice accrescimento, accomunamento e divisione di lavoro di quelle cellule sono nate le forme

corporee infinitamente molteplici degli organismi pluricellulari. Già la sola gastrulazione (pag. 174) è uno dei più importanti documenti genealogici. Così l'ontogenesi ci aiuta a passare attraverso a molte e grandi lacune della paleontologia.

Agli inapprezzabili documenti della paleontologia e dell'ontogenesi si aggiungono in terzo luogo le non meno importanti testimonianze in favore della consanguineità degli organismi, le quali ci sono offerte dall'*anatomia comparata*. Quando organismi esternamente molto diversi coincidono quasi interamente nella loro interna struttura, noi possiamo con intera sicurezza concluderne che questa corrispondenza ha il suo fondamento nell'eredità, quella disuguaglianza invece nell'adattamento. Comparate per esempio le mani o le zampe anteriori dei nove diversi mammiferi che sono disegnate nella tavola IV ed in cui è visibile lo scheletro osseo nell'interno della mano e delle cinque dita. Dappertutto per quanto varii la forma esterna si ritrovano le stesse ossa in ugual numero, posizione e connessione. Che la mano dell'uomo (fig. 1) sia pochissimo differente da quella dei suoi più stretti affini il gorilla (fig. 2) e l'orang (fig. 3) vi parrà ben naturale. Che però anche la zampa anteriore del cane (fig. 4), come la pinna toracica (mano) della foca (fig. 5) e del delfino (fig. 6) mostrino essenzialmente la stessa struttura, ciò ci sorprenderà già di più. Vi sembrerà poi ancora più meraviglioso che anche l'ala del pipistrello (fig. 7), la pala scavatrice della talpa (fig. 8) e l'estremità anteriore del più imperfetto di tutti i mammiferi, l'ornitorinco (fig. 9), sia composta affatto dalle stesse ossa. Solo la grandezza e la forma delle ossa varia in modo molteplice. Il numero, l'ordinamento e le connessioni loro sono rimasti invariati (Cfr. anche la spiegazione della tavola IV in appendice). È affatto inconcepibile che un'altra causa che non sia la comune eredità da progenitori comuni abbia cagionato questa mirabile omologia od uguaglianza nell'interna struttura fondamentale con una tal diversità nella forma esteriore. E se voi ora discendete giù pel sistema più basso dei mammiferi e trovate che persino negli uccelli le ali, nei rettili ed anfibi le zampe anteriori sono composte essenzialmente nello stesso modo dalle stesse ossa come le braccia dell'uomo e le zampe anteriori degli altri mammiferi, già da ciò voi potete inferirne con intera sicurezza la comune discendenza di tutti questi vertebrati. Il grado dell'intima affinità di forma vi svela qui, come dappertutto, il grado della vera parentela di stirpe.



DICIASSETTESIMA CONFERENZA

Sistema filogenetico degli organismi. Protisti ed istoni.

Applicazione pratica della teoria della discendenza al sistema naturale degli organismi. — Costruzione degli alberi genealogici. — Recenti progressi della filogenesi. — Discendenza di tutti gli organismi pluricellulari dagli unicellulari. — Discendenza delle cellule da monere. — Concetto dei tipi organici o *phyla*. — Numero dei tipi del regno animale e del vegetale. — Ipotesi unitaria o monofiletica e molteplice o polifiletica della discendenza. — Il regno dei protisti (organismi unicellulari). — Sua opposizione al regno degli istoni (animali e piante pluricellulari). — Piante primitive (*protophyta*) ed animali primitivi (*protozoa*). — Monobii e cenobii. — Risultati del **Challenger. — Storia dei radiolari. — Sistema del regno organico.**

Signori!

Colla razionale comparazione dello sviluppo individuale e paleontologico, come pure coll'anatomia comparata degli organismi e col confronto delle loro forme adulte noi arriviamo a riconoscere la *parentela di forme* gradatamente diversa che fra essi intercede. In pari tempo però noi acquistiamo per ciò un'idea della loro vera *parentela di razza*, poichè questa, secondo la teoria della discendenza, è davvero la base propria della parentela di forma. Mettendo dunque insieme i risultati empirici della embriologia, della paleontologia e dell'anatomia comparata, paragonandoli criticamente ed utilizzandoli in modo da completarli reciprocamente, dovremmo sperare di avvicinarci al riconoscimento del sistema naturale e con ciò anche della genealogia degli organismi. Certamente la nostra scienza umana, come dappertutto, rimane qui in modo affatto speciale ben imperfetta, non foss'altro che per la straordinaria incompletezza dei documenti empirici della creazione. Tuttavia ciò non deve spaventarci e farci abbandonare quel tema supremo della biologia. Vediamo piuttosto fino a qual punto sia già ora possibile, malgrado lo stato imperfetto delle nostre conoscenze embriologiche, paleontologiche ed anatomiche, di stabilire un'*ipotesi approssimativa* dei rapporti di parentela che intercedono fra gli organismi.

Il Darwin nei suoi lavori non ci dà alcuna risposta su tali questioni speciali della teoria della discendenza. Egli enuncia solo accidentalmente la sua supposizione « che gli animali provengano al più da quattro o cinque specie stipiti, e le piante da altrettante o da un numero ancor minore ». Ora poichè queste poche forme principali mostrano ancora traccie di concatenamento per parentela, e poichè persino il regno animale e il vegetale son collegati da forme di passaggio, egli arriva più oltre ad ammettere « che probabilmente tutti gli esseri organici che mai abbian vissuto sulla terra discendono da una qualche forma primitiva ».

Nel 1866, nell'introduzione sistematica alla mia storia generale dell'evoluzione (nel secondo volume della *Morfologia generale*) io ho stabilito una serie di tavole

genealogiche ipotetiche per i gruppi maggiori degli organismi, e con ciò ho fatto in realtà il primo tentativo di costruire praticamente gli *alberi genealogici* degli organismi nella guisa richiesta dalla teoria dell'evoluzione. Ciò facendo, io avevo piena coscienza delle straordinarie difficoltà di questo importante còmpito. Imprendendo questo lavoro senza lasciarmi scoraggiare da quegli impedimenti io non avevo altra pretesa che di aver fatto il primo tentativo e d'aver dato la spinta a saggi ulteriori e migliori. Il più dei zoologi e dei botanici sono stati poco soddisfatti di questo principio, meno che mai, com'è naturale, per quanto riguarda lo stretto dominio in cui ciascuno lavora. Tuttavia è qui il caso, se ve n'ha uno, in cui il biasimare è molto più facile che il far meglio.

Nei 23 anni che sono scorsi dalla comparsa della *Morfologia generale* molto si è fatto per elaborare lo schizzo colà tracciato della filogenesi. Per verità si elevarono dapprima molte voci, le quali non solo dichiararono che quei primi abbozzi erano affatto sbagliati, ma ancora che la ricerca filogenetica e l'annessa costruzione ipotetica degli alberi genealogici era antiscientifica e persino impossibile. Du Bois-Reymond cercò di metterla in ridicolo paragonandola colle ricerche filologiche sulla genealogia degli eroi d'Omero. Ma la gioia dei nostri avversarii per questi ed altri simili attacchi, partenti specialmente da fisiologi, non fu che di breve durata; poichè presto si eccitò dappertutto nel modo più soddisfacente la tendenza alla ricerca filogenetica. Ogni morfologo ragionante che avesse studiato sistematicamente un gruppo maggiore o minore del regno animale venne dal riconoscimento della parentela di forma condotto naturalmente a porsi la questione della loro parentela di razza, ed in molti casi le grandi linee di questa ne vennero fuori con tanta chiarezza che fu possibile farsi una completa idea dell'origine e del graduale sviluppo di questo gruppo animale; così, per esempio, per gli ungulati, selaci, crostacei, ammoniti, echini, crinoidi, ecc. Io stesso nelle mie monografie dei radiolari, delle spugne calcaree, delle meduse e dei sifonofori ho cercato di mostrare fino a qual punto è possibile, basandosi sui documenti noti, di procacciarsi la conoscenza della genealogia di un gruppo di animali che sia ricco di forme. Come tutte le altre ipotesi scientifiche, le quali servono alla spiegazione dei fatti, anche le mie ipotesi genealogiche avran diritto ad esser prese in considerazione finchè esse non saranno sostituite da altre migliori.

Certamente questo completamento si avrà molto presto, ed io non desidererei altro senonchè il mio primo tentativo potesse eccitare moltissimi naturalisti a stabilire gli esatti alberi genealogici almeno per lo stretto gruppo a loro più esattamente noto del regno animale o vegetale. Con molti di tali tentativi le nostre conoscenze genealogiche progrediranno lentamente nel corso dei tempi e si avvicineranno sempre più alla perfezione, sebbene è da prevedersi con sicurezza che una genealogia perfetta non sarà mai raggiunta. Ci mancano e ci mancheranno sempre le indispensabili basi paleontologiche. I più antichi archivi ci rimarranno eternamente chiusi per le ragioni già sopra esposte. I più antichi organismi, nati per generazione spontanea, gli stipiti di tutti gli organismi posteriori, noi dobbiamo necessariamente figurarceli come monere, come semplici grumi molli di plasma senza struttura, senza una forma determinata, senza parti dure di sorta. Questi ed i loro più prossimi discendenti non erano perciò affatto suscettibili di essere conservati allo stato fossile. Così pure ci manca, per le ragioni esposte distesamente nell'ultima conferenza, la massima parte degli innumerevoli documenti paleontologici che sarebbero propriamente necessarii per stabilire sicuramente la filogenesi e per riconoscere la vera genealogia degli organismi. Se noi tuttavia ci

arrischiamo a costruirla ipoteticamente noi ci affidiamo soprattutto all'appoggio delle due altre serie di documenti che completano in modo essenzialissimo l'archivio paleontologico, cioè all'anatomia comparata ed all'embriologia.

Se noi ora ragionando con cautela prendiamo consiglio da questi importantissimi documenti e dal punto di vista generale della teoria cellulare gettiamo uno sguardo complessivo sull'insieme delle forme vitali, noi c'imbattiamo dapprima in un fatto di altissima importanza: le infime e più semplici forme vitali, i cosidetti protozoi e protofiti, non risultano per tutta la vita che da una semplice cellula, esse sono permanentemente *unicellulari*. All'incontro il più degli organismi, specialmente tutti gli animali e vegetali superiori, sono *pluricellulari*, composti da una pluralità di cellule strettamente congiunte; essi han la loro origine in un uovo, e quest'uovo, negli animali tanto come nelle piante, è una sola semplicissima cellula: un grumo di una combinazione albuminoide, in cui è incluso un altro corpo albuminoide, il nucleo. Questa cellula nucleata cresce e s'ingrossa. Per scissione si forma un mucchietto di cellule, e da questo nascono per divisione di lavoro, nella guisa già prima descritta, le molteplici forme presentateci dalle specie di animali e di piante allo stato adulto (Cfr. p. 173). Questo processo di infinita importanza che ogni giorno nello sviluppo embriologico di ogni individuo animale e vegetale noi possiamo seguire immediatamente coi nostri occhi, passo per passo, e che noi, per solito, non consideriamo affatto col dovuto rispetto, ci ammaestra più sicuramente e più completamente di quel che non potrebbero fare tutti i fossili sulla primitiva evoluzione paleontologica di tutti gli organismi multicellulari, di tutti gli animali e vegetali superiori. Poichè siccome l'ontogenesi o storia dell'embrione di ogni singolo individuo non è altro che un breve riassunto della sua filogenesi o storia della stirpe, una ricapitolazione dell'evoluzione paleontologica della schiera dei suoi antenati, così noi possiamo con completa sicurezza trarre dapprima la conclusione così semplice ed importante che *tutti gli animali e vegetali pluricellulari discendono originariamente da organismi unicellulari.*

Gli antichissimi e primordiali antenati dell'uomo tanto come di tutti gli altri animali e di tutte le piante risultanti da molte cellule erano semplici cellule che vivevano isolate. Questo inapprezzabile secreto della genealogia organica ci è svelato con infallibile sicurezza dalla *cellula-uovo* degli animali e delle piante. Quando gli avversarii della teoria della discendenza ci oppongono che sia meraviglioso ed inconcepibile che un organismo multicellulare estremamente complicato sia nato in processo di tempo da un semplice organismo unicellulare, noi rispondiamo semplicemente che questo prodigio incredibile possiamo ogni giorno constatarlo e seguirlo coi nostri occhi. Infatti l'embriologia degli animali e delle piante ci porta effettivamente in breve tempo davanti agli occhi lo stesso processo che ha avuto luogo originariamente nel corso di enormi durate di tempo nella formazione dell'intera stirpe.

In base ai documenti embriologici possiamo dunque affermare con tutta sicurezza che tutti gli organismi pluricellulari, come tutti quelli unicellulari, discendono originariamente da semplici cellule; qui verrebbe molto naturalmente la conseguenza che la più antica radice sia comune al regno animale ed al vegetale, sia *una semplicissima cellula.* Infatti le antichissime « *cellule primitive* » dalle quali i pochi diversi gruppi principali, i *tipi* o *phyla* del regno animale e del vegetale si sono svolti finora, possono esse stesse avere solo col tempo acquistata la loro diversità ed esse stesse discendere da una « *cellula-stipite* » comune. Ma d'onde vengono quelle poche « cellule primitive » o questa sola « cellula-stipite »? Per rispondere a questa domanda

fondamentale della genealogia noi dobbiamo ricorrere alla sopra esposta teoria dei plastidii ed alla ipotesi della generazione spontanea (pag. 210).

Come noi abbiamo allora dimostrato, noi possiamo immaginarci prodotte immediatamente dalla generazione spontanea non già delle *cellule* ma solo delle *monere*, esseri primitivi della più semplice natura immaginabile, simili alle protamebe, protomixe, ecc., ancor oggi viventi. Solo tali corpicciuoli plasmatici privi di struttura di cui tutto il corpo albuminoide è in sè così omogeneo come un cristallo anorgico e tuttavia compie le due funzioni organiche fondamentali della nutrizione e della riproduzione, poterono originarsi direttamente per autogonia, al principio del periodo laurenziano, dalla materia anorgica. Mentre alcune monere si fermarono a quel primitivo e semplice stadio, altre si trasformarono poco alla volta in cellule, differenziandosi l'interno nucleo del corpo plasmatico dalla sostanza cellulare esterna. D'altra parte per differenziamento della sostanza cellulare più esterna si formò, tanto intorno ai semplici (enuclei) citodi, quanto attorno alle nude (ma nucleate) cellule, un invoglio esterno (membrana o pellicola). Per questi due processi di differenziamento dal semplice muco primitivo del corpo delle monere, per la formazione di un nucleo nell'interno, di una membrana all'esterna superficie del corpo plasmatico, nacquero da quei semplicissimi citodi primitivi, che son le monere, quelle quattro diverse specie di plastidii od individui di prim'ordine, da cui ulteriormente tutti i rimanenti organismi poterono svilupparsi per differenziamento e combinazione (p. 210). *In ogni caso le monere sono le sorgenti primitive di ogni vita.*

Qui si affaccierà subito la domanda: forsechè tutti i citodi e le cellule e con ciò anche quelle cellule primitive che noi abbiamo considerato precedentemente come gli stipiti dei pochi grandi gruppi principali dei regni animale e vegetale, discendono da una sola forma primitiva di monere, oppure vi sono parecchie diverse stirpi organiche di cui ciascuna devesi derivare da una forma particolare di monere nata indipendentemente per generazione spontanea? In altri termini: *L'intero mondo organico ha esso un'origine comune, oppure deve la sua formazione a più atti di generazione spontanea?* Questa domanda genealogica fondamentale sembra a prima vista aver un peso straordinario. Frattanto, osservando più attentamente, vedrete presto che essa non l'ha, che piuttosto ha in fondo un'importanza secondaria e che vi si deve rispondere in senso polifiletico.

Qui ci convien dapprima fissare il *concetto di stirpe organica.* Noi intendiamo per *stirpe* o *phylum* il complesso di tutti quegli organismi la cui origine da uno stipite comune, per motivi anatomici ed embriologici, non può esser dubbia o che almeno è altamente probabile. Le nostre stirpi o *phyla* corrispondono dunque essenzialmente pel loro concetto con quelle poche « grandi classi » o « classi superiori » di cui anche il Darwin crede che ciascuna contenga solo organismi consanguinei, e di cui egli ammette solo pochissime, tanto nel regno animale che nel regno vegetale, circa 4-5 per ciascuno. Nel regno animale queste stirpi coinciderebbero in complesso con quelle quattro ad otto sezioni principali che i zoologi da Baer e Cuvier in poi distinguono sotto il nome di tipi, piani generali, branche o cerchie del regno animale (Cfr. p. 37). Baer e Cuvier ne distinguono solo quattro, cioè: 1° i *vertebrati* (*vertebrata*); 2° gli *articolati* (*articulata*); 3° i *molluschi* (*mollusca*); 4° i *raggiati* (*radiata*). Presentemente se ne distinguono abitualmente otto, conservando i tre primi tipi e dividendo il quarto (raggiati) in cinque gruppi: queste sono i *tunicati* (*tunicata*), gli *echinodermi* (*echinoderma*), gli *elminti* (*helmynthes*), i *zoofiti* (*zoophyta*), ed i *protozoi* (*protozoa*). Entro a ciascuno di questi otto tipi tutti gli animali che vi appartengono

mostrano, malgrado una grande molteplicità di forma esterna, così numerosi e così importanti caratteri interni comuni che noi possiamo provvisoriamente ammettere con grande verosimiglianza la loro parentela reale.

Lo stesso vale anche per le sei grandi classi o tipi che la botanica moderna distingue nel regno vegetale, cioè: 1° le *fanerogame* (*phanerogamae*); 2° le *felci* (*filicinae*); 3° i *muschi* (*muscinae*); 4° i *licheni* (*lichenes*); 5° i *funghi* (*fungi*); 6° le *alghe* (*algae*). Gli ultimi tre gruppi mostrano ancora tra se stessi così stretti rapporti che li si oppone come *tallofiti* (*tallophyta*) alle tre prime grandi classi, e perciò il numero dei *phyla* o gruppi principali del regno vegetale potrebbe esser limitato a quattro. Anche i muschi e le felci potrebbero esser considerati insieme come *piante a protallo* (*prothallota*), abbassando così il numero dei tipi vegetali a tre: fanerogame, protalloti e tallofiti. Aggiungeremo però subito a questa divisione l'osservazione espressa che i rapporti morfologici e filogenetici dei sei tipi del regno vegetale sono affatto differenti da quelli degli otto tipi del regno animale.

Importanti fatti d'anatomia comparata e di embriologia fanno molto probabile, tanto pel regno animale come pel vegetale, che anche queste poche classi superiori, tipi o stirpi, siano ancora fra loro parenti. Vedremo in seguito in qual diversa guisa abbiamo da figurarci nel regno animale da una parte e nel vegetale dall'altra questa connessione filogenetica dei tipi. Si potrebbe persino far un passo più oltre ed ammettere col Darwin che i due alberi genealogici del regno animale e del vegetale all'ima radice siano uniti; allora o gli infimi e più antichi animali e vegetali discenderebbero da un solo essere primitivo comune, oppure i primi discenderebbero dagli altri. Naturalmente, secondo le nostre vedute, questo organismo primitivo comune non potrebbe essere che una semplicissima monera nata per generazione spontanea.

Ad ogni modo noi procederemo più cautamente evitando ancora quest'ultimo passo ed ammettendo una vera consanguineità solo entro i limiti di ogni tipo o *phylum* nei quali essa è stabilita con sicurezza sufficiente dai fatti dell'anatomia comparata, dell'ontogenesi e della paleontologia. Ma a questo proposito noi possiamo già fin d'ora notare che son possibili due differenti forme fondamentali di ipotesi genealogiche e che tutte le diverse ricerche della teoria della discendenza sull'origine dei gruppi di forme organiche si aggireranno in avvenire più o meno in una o in un'altra di queste due vie. L'ipotesi *unitaria* (o *monofiletica*) della discendenza si sforzerà di ricondurre la prima origine non solo dei singoli gruppi di organismi, ma anche della loro totalità ad una sola specie comune di monere nata per generazione spontanea. L'ipotesi *polifiletica* invece ammetterà che più specie diverse di monere siano nate per generazione spontanea e che queste abbian dato origine a più tipi diversi (classi principali o *phyla*). In fondo l'opposizione apparentemente importantissima di queste due ipotesi non ha che piccolo valore. Infatti ambedue le ipotesi della discendenza, tanto la monofiletica quanto la polifiletica, devono necessariamente ricercare nelle *monere* la più antica radice dell'uno o dei parecchi tipi organici. Ora poichè l'intero corpo di tutte le monere risulta solo da una semplice massa di *plasson* priva di forma e di struttura, da una combinazione albuminoide del carbonio, così le differenze tra le varie monere possono essere solo di natura chimica, e consistere solo in una diversa composizione molecolare di quella combinazione plasmatica mucilaginosa. Queste minute e complicate differenze di composizione delle infinitamente molteplici combinazioni albuminoidi, non sono per ora riconoscibili coi mezzi grossolani di cui dispone la scienza umana e perciò esse non hanno anche nessun interesse immediato per il nostro còmpito presente.

La questione dell'origine unica o molteplice si ripresenterà poi sempre anche entro i limiti di ogni singolo tipo, quando si tratti dell'origine di un gruppo maggiore o minore. Nel regno vegetale, per esempio, alcuni botanici saran piuttosto proclivi a ricavare tutte le fanerogame da una sola specie di felce, mentre gli altri preferiranno l'idea che più gruppi diversi di fanerogame siano discesi da più gruppi diversi di felci. Così pure anche nel regno animale certi zoologi saranno più favorevoli all'opinione che tutti i mammiferi placentali discendano da una sola forma di marsupiale, gli altri all'incontro saran più propensi all'ipotesi opposta, che più gruppi diversi di placentali siano nati da più forme diverse di marsupiali. Per quanto riguarda lo stesso genere umano gli uni preferiranno farlo derivare da una singola forma di scimmia, mentre gli altri propenderanno piuttosto all'opinione che più specie diverse di uomini si siano originate indipendentemente le une dalle altre da più specie diverse di scimmie. Senza pronunciarci fin d'ora in modo deciso per l'uno o per l'altro concetto, noi non ometteremo tuttavia di osservare che in generale *per i gruppi superiori e pei supremi l'ipotesi d'una discendenza monofiletica* ha in sè maggior verosimiglianza, che per contro *per le sezioni inferiori e le infime l'ipotesi d'una discendenza polifiletica* è più probabile. Ciò vale tanto pel regno animale che per quello vegetale.

Il principio corologico già sopra discusso del « centro di creazione » unico, cioè di una sola patria primitiva per la maggior parte delle specie, conduce ad ammettere che anche lo stipite di ciascun gruppo naturale maggiore o minore non è nato che *una sol volta* nel corso del tempo ed *in un sol punto* della terra. Per tutte le classi e gruppi di classi del regno animale e vegetale che mostrano un certo differenziamento ed uno sviluppo più elevato si deve ammettere questa semplice radice, quest'origine monofiletica come assicurata. Ciò non vale però per gli organismi semplici di grado inferiore. Piuttosto la perfezionata teoria della discendenza che si avrà in avvenire constaterà probabilmente l'origine polifiletica di molti gruppi inferiori ed imperfetti dei due regni organici (Cfr. il mio scritto sull' « Origine monofiletica e polifiletica nel *Kosmos* vol. IV, 1879). D'altra parte molti fatti parlano ancora in favore di una connessione primitiva delle radici più antiche dei tipi. Si può dunque sempre, provvisoriamente, ammettere (come ipotesi euristiche) pel regno animale da una parte, pel regno vegetale dall'altra, una *discendenza unica o monofiletica*.

Per giudicare rettamente su queste difficili questioni della filogenesi e per avvicinarci con sicurezza alla loro soluzione si deve anzitutto tener presente un fatto importante, cioè la notevolissima differenza che c'è fra lo sviluppo degli organismi *unicellulari* e quello dei *pluricellulari*. Questa differenza è stata sin qui troppo poco apprezzata, malgrado che essa abbia la massima importanza tanto dal punto di vista morfologico quanto dal fisiologico. Infatti l'organismo permanentemente unicellulare si comporta rispetto al multicellulare, che ha più elevato sviluppo, affatto come una singola persona verso lo Stato. Solo per l'intima unione di molte cellule in un tutto, per la loro divisione di lavoro e di forma, divien possibile quella superiore esplicazione di attività vitali e di conformazioni che noi ammiriamo negli animali e vegetali multicellulari. Noi non la troviamo nelle forme viventi unicellulari, queste rimangono sempre ad un grado molto più basso.

Per queste ed altre ragioni io ho già proposto in addietro di dividere dapprima tutto il mondo organico in due gruppi principali: protisti e istoni. I *protisti* od *unicellulari* o conservano per tutta la vita la loro piena indipendenza di semplici cellule (*monobia*), oppure aggregandosi formano mal connesse orde di cellule (*coenobia*),

ma giammai veri tessuti. Gli *istoni* o *pluricellulari* per contro al principio della loro esistenza sono unicellulari; presto, per ripetuta divisione della cellula-stipite, nascono da questa delle riunioni ben organizzate di cellule, e da queste dei *tessuti* (*hista*); la più semplice forma di tessuto è nelle piante il *tallo*, negli animali il *blastoderma*.

Da questi fatti dell'embriologia comparata noi possiamo con tutta sicurezza trarre la conclusione che *tutti gli istoni discendono originariamente dai protisti;* tutti gli animali multicellulari come tutte le piante multicellulari devono naturalmente esser nati primitivamente da antenati unicellulari, poichè ancora oggidì ogni singolo organismo multicellulare si sviluppa realmente da una forma embrionale unicellulare (*Cytula*, pag. 172). Questa cellula-stipite, secondo la legge fondamentale biogenetica, è la ripetizione ereditaria della « cellula primitiva » dell'originario precursore storico, cioè dell'antenato unicellulare. Ma da ciò non segue per nulla che tutti i protisti che ci son noti appartengano agli antenati degli istoni; al contrario! solo una piccolissima frazione dei primi deve entrare nell'albero genealogico di questi ultimi. *La gran maggioranza di tutti i protisti appartiene a stirpi indipendenti*, che non hanno direttamente alcun rapporto filogenetico nè col regno vegetale, nè coll'animale.

Dalle estese ricerche microscopiche dell'ultima metà di questo secolo ci si è fatto noto il mondo meraviglioso della cosidetta « vita invisibile ». Il microscopio perfezionato ci ha fatto conoscere molte migliaia di specie di minimi esseri che erano nascosti al nudo occhio e che tuttavia per la molteplicità delle loro graziose forme, come pei loro semplici fenomeni vitali suscitano in noi un altissimo interesse. La prima illustrazione estesa di essi la diede nel 1878 il celebre micrologo berlinese Goffredo Ehrenberg nella sua grande opera: *Gli animaletti delle infusioni come organismi perfetti*. Quest'opera contiene la descrizione e la figura di numerosi organismi microscopici delle classi più diverse e di strutture affatto disparate. Colle sue ricerche l'Ehrenberg arrivò all'erroneo convincimento che il loro corpo possieda generalmente una perfettissima composizione da diversi organi, simile a quelli degli animali superiori; su questo errore egli fondò « il principio a lui proprio della universalità di un'organizzazione ugualmente perfetta ». In realtà questa non sussiste e la maggior parte dei suoi cosidetti « animaletti delle infusioni » sono protisti unicellulari.

Nello stesso anno 1838, in cui l'Ehrenberg pubblicò il suo gran lavoro sugli infusorii, lo Schwann fondò la sua teoria cellulare di cui il primo rimase sino alla morte (1876) il più fiero avversario. Il massimo progresso che risultò dalla teoria cellulare fu dapprima il riconoscere che tutti i diversi tessuti del corpo animale e vegetale sono composti da uno stesso elemento morfologico, dalla semplice cellula: tanto i fusti e le foglie, i fiori ed i frutti delle piante, come i nervi e i muscoli, i tessuti tegumentali e connettivi degli animali sono accumulazioni di miliardi di microscopiche cellule; le loro diverse proprietà non riposano che sul diverso ordinamento e sulla diversa combinazione, divisione di lavoro e di forma delle cellule che li costituiscono. Nei tessuti delle piante, i quali son più semplici, queste cellule, o materiali da costruzione dei tessuti, conservano una maggiore indipendenza e sono per solito involte in una solida pellicola o membrana; questa manca alla più parte delle cellule dei tessuti animali, i quali raggiungono uno sviluppo superiore.

Molte forme microscopiche che l'Ehrenberg aveva descritte come infusori d'alta organizzazione vennero subito dopo riconosciute semplici cellule dalla vita indipendente, e nel 1848 ciò fu dimostrato dal Siebold tanto per i ciliati (*ciliata*) che pei rizopodi (*rhizopoda*) che erano stati generalmente considerati come animali di elevata

organizzazione; egli fondò per essi il tipo speciale dei *protozoi* (*protozoa*). Frattanto ci volle ancor un certo tempo prima che quest'importante verità ottenesse il generale consenso. Solo dopo che le nostre conoscenze sulla vita cellulare si furono allargate e dopochè io (nel 1872) ebbi opposto come *metazoi* i veri animali multicellulari contro agli unicellulari *protozoi*, venne generalmente riconosciuta la diversità fondamentale di questi due gruppi.

Ora quanto più con estese ricerche abbiamo imparato a conoscere la natura degli organismi unicellulari, e quanto più crebbe l'estensione del gran cerchio di forme che essi costituiscono, tanto più crebbe il dubbio se veramente tutti questi cosidetti « protozoi » siano da considerarsi come veri animali. Molti fra essi sembrarono piuttosto essere semplicissimi vegetali e varii gruppi erano così immediatamente congiunti da forme di passaggio con vere piante multicellulari (alghe) che li si potevan considerare come piante unicellulari. A niuno però riuscì mai di trovare un limite netto fra questi « *protofiti* » e quei « *protozoi* ». Tuttavia un tal limite doveva esser trovato e segnato se pur si doveva conservare un limite fra il regno animale ed il vegetale e determinare chiaramente il concetto di queste due grandi sezioni del mondo organico.

Da numerosi tentativi tendenti a sciogliere queste difficili ed importanti questioni ebbero origine trent'anni or sono, poco prima della comparsa del lavoro capitale del Darwin (1859) o poco dopo di essa, un gran numero di interessanti scritti. In questi si sforzarono zoologi e botanici, anatomici e fisiologi, embriologi e sistematici a stabilire qualche preciso *limite fra il regno animale ed il vegetale.* Tanto appare facile e sicuro questo stabilimento di limiti quando si paragonino fra loro gli animali e vegetali superiori, altrettanto difficile, anzi impossibile esso ci appare negli organismi inferiori ed imperfetti. Tutti i caratteri presi dalla struttura o dalle manifestazioni vitali che mettono in così aperto contrasto gli animali ed i vegetali più elevati e perfetti, appaiono svaniti o misti nelle molte inferiori e semplici forme di viventi. Specialmente mostrano molti organismi unicellulari o un carattere così indifferente o un tale miscuglio di proprietà animali e vegetali che appare affatto arbitrario il volerli collocare nel regno animale piuttosto che nel vegetale.

Appoggiato su queste considerazioni come pure sulla riconosciuta inutilità dello sforzarsi a stabilire quei limiti, cercai, nel 1866, nella mia *Morfologia generale*, di sciogliere la questione per un'altra via. Il secondo volume di quell'opera contiene estese « ricerche generali sulla natura degli organismi e sulla loro prima origine, sul loro rapporto cogli anorgani e sulla loro divisione in animali e piante » (vol. I, p. 111, e 238). Io proposi colà di fondare uno speciale « regno dei protisti » per tutte quelle forme inferiori di viventi che non possono passare nè per veri animali, nè per vere piante. Come carattere essenziale di questo *regno dei protisti* io posi sopratutto « *il costante conservarsi dell'indipendenza dei plastidii* cioè degli individui di prim'ordine (cellule o citodi), come pure la conseguente *mancanza di tessuti* ». L'intero organismo adulto dei protisti rappresenta per solito solo *un unico plastidio*, un *monobio* (ora un citode senza nucleo, ora una cellula nucleata); più raramente, per ripetuta divisione della cellula e in seguito ad un lasso collegamento dei prodotti della divisione, nascono delle cosidette *orde di cellule* o *cenobii* (dette anche colonie di cellule o di plastidii). Ma giammai ne nascono quelle salde unioni di cellule che noi chiamiamo tessuti e che costruiscono l'organismo multicellulare dei veri animali e delle vere piante.

Le classi, così ricche di forme, le quali compongono il regno dei protisti son poi state da me caratterizzate più accuratamente in diversi scritti posteriori, parte anche

variandone l'ordinamento e la divisione, così soprattutto nei miei studii sulle monere, infusorii e radiolari, come pure nella mia *Teoria della Gastrea* (1873). Un piccolo opuscolo sopra « il regno dei protisti » apparso nel 1878 nel *Kosmos* contiene « un cenno popolare sulle infime forme di viventi ». Frattanto il breve *sistema dei protisti* annesso a quell'opuscolo deve, come altri simili saggi posteriori di altri naturalisti, essere considerato solo come un tentativo provvisorio per la soluzione sistematica di quelle difficili questioni, e lo stesso deve dirsi della forma migliorata di questo sistema che sto per esporre più oltre. Devono ancora esser fatti molti altri tentativi da diversi punti di vista, prima che noi otteniamo una sufficiente chiarezza sull'ordinamento sistematico della classe dei protisti e sulla parentela filogenetica che ne è il fondamento.

Ad ogni modo coi tentativi fatti sinora già molto si è raggiunto, così soprattutto l'importante convinzione che grandi e ricche classi di protisti (per esempio, diatomee, micetozoi, rizopodi, ciliati) rappresentano serie evolutive indipendenti di forme unicellulari, affatto indipendenti dai veri animali e vegetali multicellulari. Se prima si paragonavano i bacterii e micetozoi coi funghi, le sifonee coi muschi, i talamarii con molluschi, i radiolarii con echinodermi, i ciliati con vermi, e se si facevano sforzi per trovare strette relazioni di parentela fra queste classi al tutto differenti, ora tali falsi paragoni non sono più possibili.

Le sorprendenti scoperte degli ultimi decennii, soprattutto i grandiosi risultati della *spedizione del Challenger*, ci hanno inoltre palesata in varie classi indipendenti di protisti una ricchezza di nuove e meravigliose forme di cui non si aveva prima alcun presentimento. Gli abissi dell'oceano, specialmente gli estesi bacini abissali fra 6000 e 9000 metri erano creduti ancor trent'anni fa esser mortali solitudini non abitate da alcun essere vivente. Le ricerche abissali (durate quattro anni) della spedizione inglese del *Challenger* guidata da sir Wyville Thomson e dal Dr. John Murray (1873-1876) hanno insegnato il contrario. Quegli abissi son popolati da molte migliaia di specie di meravigliosi protisti che per l'incredibile eleganza e varietà dei loro corpi unicellulari sorpassano tutto quanto si conosceva finora; esse ci aprono un nuovo mondo di studii e di scoperte ed allargano i nostri concetti biologici in modo insperato. La grande opera sul viaggio del *Challenger* pubblicata con una magnificenza unica dal Governo inglese contiene già ora oltre a 30 grandi volumi in-folio con molte migliaia di tavole. Molte centinaia di esse rappresentano unicamente nuove forme unicellulari del regno dei protisti.

Come esempio del sorprendente allargamento che ne venne al nostro orizzonte morfologico io cito qui i *radiolari*, la più elegante e più ricca di forme di tutte le classi di protisti. Le tavole XV e XVI mostrano due dozzine di differenti forme di essi. Le prime due specie di questi rizopodi marini dal guscio siliceo furono descritte nel 1834 dal Meyen. Più tardi (1847) l'Ehrenberg ne scoprì circa trecento specie fossili nelle roccie delle isole Barbados (Antille); egli non conosceva però che le loro eleganti conchigliette silicee traforate a graticcio, mentre la loro organizzazione gli rimase ignota. Questa non venne descritta che nel 1858 dal grande biologo berlinese Johannes Müller nel suo ultimo lavoro; egli distinse 50 specie da lui osservate viventi nel Mediterraneo e le divise in 20 generi. Io stesso, immediatamente dopo la sua morte, seguitai in Messina le ricerche del mio indimenticabile maestro, e nel 1862, nella mia *Monografia dei radiolarii*, diedi la descrizione e la figura di 144 nuove specie. Altre nuove forme di essi ci fece poi conoscere nel 1879 Riccardo Hertwig, il quale anche pel primo

Sistema del mondo organico su base morfologica.

Divisione degli organismi in protisti ed istoni in base alla struttura del loro corpo ed alla loro costituzione cellulare.

PRIMO REGNO ORGANICO Unicellulari (*Protisti*)		SECONDO REGNO ORGANICO Multicellulari (*Histoni*)	
Organismi che per solito rimangono per tutta la vita *unicellulari* (*monobia*) formando più raramente per ripetuta divisione *colonie di cellule* (*coenobia*), ma *giammai veri tessuti*. Riproduzione il più spesso *asessuale* (*monogonia*).		Organismi che solo al principio della loro esistenza sono unicellulari, ma che poi sono *multicellulari* e sempre col saldo collegamento delle cellule associate formano *tessuti* (*histobia*). Riproduzione per solito sessuale (*anfigonia*).	
Sottoregno dei protisti.		*Sottoregno degli istoni.*	
A. PROTOPHYTA A. *Caratteri*	B. PROTOZOA B. *Caratteri*	C. METAPHYTA C. *Caratteri*	D. METAZOA D. *Caratteri*
Organismi unicellulari col ricambio di materia proprio dei vegetali (riduzione e sintesi). Confrontare pag. 239, I.	Organismi unicellulari con ricambio animale (ossidazione ed analisi). Cfr. pag. 239, II.	Organismi multicellulari con ricambio vegetale (riduzione e sintesi). Confrontare pag. 239, I.	Organismi multicellulari con ricambio animale (ossidazione ed analisi). Cfr. pag. 239, II.
Gruppi principali.	*Gruppi principali.*	*Gruppi principali.*	*Gruppi principali.*
I. Phytarcha Plastidii senza nucleo (citodi)	I. Zoarcha Citodi (plastidii senza nucleo)	I. Thallophyta Piante con tallo	I. Coelenteria Metazoi senza cavità del corpo (sempre senza ano)
II. Diatomea Piante unicellulari con guscio siliceo bivalve	II. Cytarcha Semplicissimi animali unicellulari senza moto ciliare (lobosa)	II. Mesophyta Piante intermedie con protallo (prothallota)	II. Coelomaria Metazoi con cavità del corpo (generalmente con ano)
III. Cosmaria Piante unicellulari con invoglio di cellulosa bipartito	III. Infusoria Animali unicellulari con moto ciliare	III. Anthophyta Piante con fiori (fanerogame)	II A. Pseudocoelia Con celoma di delaminazione (senza tasche celomiche)
IV. Palmellaria Piante unicellulari con spore vaganti	IV. Rhizopoda Animali unicellulari con pseudopodii		II B. Enterocoelia Con vera cavità del corpo nata da due tasche celomiche
V. Siphonea Piante unicellulari con pseudocormo			

Sistema del mondo organico su base fisiologica.

Divisione degli organismi in piante ed animali, in base alle loro funzioni, specialmente al loro ricambio di materia.

PRIMO REGNO ORGANICO Piante (*Plantae*)		SECONDO REGNO ORGANICO Animali (*Animalia*)	
Organismi riducenti (con funzione chimico-sintetica), trasformano la forza viva della luce solare nella forza chimica di tensione di composti organici, specialmente albuminoidi (*plasson*). Emissione di ossigeno, assorbimento di acido carbonico ed ammoniaca.		Organismi ossidanti (con funzione chimico-analitica) trasformano la forza di tensione di composti organici nella forza vitale del calore e del moto (attività muscolare e nervea). Assorbimento di ossigeno, emissione di acido carbonico ed ammoniaca.	
Sottoregno delle piante.		*Sottoregno degli animali.*	
A. PROTOPHYTA	**C. METAPHYTA**	**B. PROTOZOA**	**D. METAZOA**
A. *Caratteri*	C. *Caratteri*	B. *Caratteri*	D. *Caratteri*
(Cfr. pag. 238, A.)	(Cfr. pag. 238, C.)	(Cfr. pag. 238, B.)	(Cfr. pag. 238, D.)
Gruppi principali.	*Gruppi principali.*	*Gruppi principali.*	*Gruppi principali.*
I. Phytarcha 1. Probiontes 2. Chromaceae	**I. Thallophyta** 1. Algae 2. Fungi	**I. Zoarcha** 1. Zoomonera 2. Bacteria	**I. Coelenteria** (Animali inferiori) 1. Gastraeades 2. Spongiae 3. Cnidaria 4. Platodes
II. Diatomea 3. Coccochromia 4. Placochromia	**II. Mesophyta** (Prothallota) 3. Muscinae 4. Filicinae	**II. Cytarcha** 3. Lobosa 4. Gregarinae	**II. Coelomaria** (Animali superiori) 5. Helmynthes 6. Mollusca 7. Echinoderma 8. Articulata 9. Tunicata 10. Vertebrata
III. Cosmaria 5. Closterieae 6. Desmidieae	**III. Antophyta** (Phanerogamae) 5. Gymnospermae 6. Angiospermae 6 A. Monocotylae 6 B. Dicotylae	**III. Infusoria** 5. Flagellata 6. Catallacta 7. Ciliata 8. Acinetae	
IV. Palmellaria 7. Protococceae 8. Xanthelleae		**IV. Rhizopoda** 9. Mycetozoa 10. Heliozoa 11. Thalamaria 12. Radiolaria	
V. Siphonea 9. Botrydieae 10. Caulerpeae			

N. B. — Sull'organizzazione speciale dei singoli gruppi di protozoi e lo sviluppo storico delle nostre cognizioni su di essi si veda la recente ed estesa esposizione del Bütschli in Bronn, *Classi ed ordini del regno animale.*

SPECCHIO TABELLARE

dei cinque primi stadii della vita organica con riguardo allo sviluppo analogo delle cellule nel regno vegetale e nell'animale.

GRADI DELLA VITA ORGANICA	CARATTERI MORFOLOGICI	GRUPPO VEGETALE	GRUPPO ANIMALE
I. CYTODA Plastidii senza nucleo	**Monere** Tutto il corpo adulto non risulta che da un semplice citode (un plastidio senza nucleo)	**Fitomonere** Probionti (i primi principii della vita) Cromacee (crooccocacee e nostochinee)	**Zoomonere** Lobomonere Rizomonere, Batterii (sferobatterii e rabdobatterii)
II. MONOCYTA Cellule con un sol nucleo viventi isolatamente (Monobia)	**Monociti** L'intero corpo adulto risulta da una sola cellula nucleata (organismi unicellulari nel più stretto senso)	**Piante unicellulari** Forme solitarie delle Diatomee, Cosmarie (closterie) e Palmellacee	**Animali unicellulari** Monocistidi Monacinete, Rizopodi ed Infusori (molti flagellati il più dei ciliati)
III. SYNCYTIA Cellule multinucleate viventi isolatamente (Plasmodia)	**Sincizii** L'intero corpo risulta da una singola cellula colossale che nel suo corpo voluminoso racchiude numerosi nuclei	**Sincizii vegetali** Sifonee (celoblasti) Botridiacee Codiacee e Caulerpacee	**Sincizii animali** Micetozoi (mixomiceti) *Actinosphaerium* Politalamii multinucleati
IV. COENOBIA Colonie di cellule o semplici aggregazioni di organismi unicellulari	**Cenobii** L'intero corpo risulta da una associazione lassa di esseri unicellulari, ma non costituisce ancora saldi tessuti	**Cenobii vegetali** Forme sociali di Diatomee, Cosmarie (desmidiacee) e Palmellacee	**Cenobii animali** Policistidi e ciliati sociali (carchesii) Sinacinete. Il più dei Flagellati, Catallatti e Policittarii
V. HISTONES Organismi formanti tessuti cellulari	**Istoni** L'intero corpo risulta da uno o più tessuti, da una società di molte cellule	**Metafiti** Piante con tessuti I. Tallofiti (piante con tallo) II. Cormofiti (piante con cormo)	**Metazoi** Animali con tessuti I. Celenterii (senza cavità del corpo) II. Celomarii (con cavità del corpo)

dimostrò in modo convincente che tutto il loro organismo, malgrado la sua meravigliosa complicazione, non forma che *un'unica cellula*. Gli scandagli di mar profondo del *Challenger* mostrarono in seguito che estese regioni degli alti fondi oceanici sono coperte di « fango di radiolarii », fina polvere simile a creta che risulta quasi completamente di tali graziosi gusci silicei; molte migliaia di essi arrivano al peso complessivo di un gramma. Nella descrizione sistematica di questi *Radiolarii del Challenger* che io diedi nel 1887 (tre volumi, con 140 tavole) io distinsi 4 legioni, 20 ordini, 85 famiglie, 739 generi e 4318 specie (Cfr. la mia *Storia naturale generale dei radiolarii;* Berlino 1887).

Come il sistema dei radiolarii, anche il sistema delle diatomee e dei talamarii (o foraminiferi) è, colle grandiose scoperte della spedizione del *Challenger*, cresciuto in misura sorprendente. Molti notevoli contributi al loro studio sono stati inoltre portati dalla diligente assiduità di molti recenti naturalisti. Non meno prezioso di questo allargamento quantitativo delle nostre conoscenze protistologiche si è l'approfondimento qualitativo della questione generale del quale noi siam loro debitori. I nostri concetti sul primo sviluppo della vita organica, sull'importanza dell'organizzazione unicellulare, sui rapporti dei protisti cogli istoni, ecc., sono stati così in varii sensi rischiarati e consolidati. Da un lato la verosimiglianza di uno sviluppo *polifiletico* del regno dei protisti, di un'evoluzione indipendente di numerose singole stirpi di organismi unicellulari è diventata sempre più evidente; d'altra parte per molte specie di una singola classe di protisti, l'origine *monofiletica*, la derivazione da un unico stipite comune è stata stabilita con grande verosimiglianza. Così, per esempio, io ho mostrato che tutte le 4318 specie di radiolarii non rappresentano che modificazioni di quattro tipi primitivi, e che anche queste quattro forme primitive si possono derivare filogeneticamente per divergenza da una semplice cellula sferica (*Actissa*, tav. XVI, fig. 1). Cfr. tav. XV e XVI.

Anche la *teoria cellulare* è stata da queste recenti ricerche protistologiche potentemente promossa. La scoperta delle monere ci ha resa accettabile l'ipotesi della generazione spontanea e ci ha insegnato che la forma vitale più primitiva si è il citode, non la cellula; la cellula nucleata si è solo sviluppata secondariamente dal citode senza nucleo. I minutissimi bacterii, che si devono pure annoverare fra le monere, ci han mostrato che le più piccole ed impercettibili forme di viventi hanno la parte maggiore e più importante nella lotta per la vita; centinaia di migliaia di vite umane soggiaciono annualmente agli attacchi dei bacilli della tubercolosi, del choléra, del tifo, di diverse febbri infettive, ecc. I sincizii, cioè le gigantesche cellule multinucleate, ci mostrano quale sorprendente elevatezza d'organizzazione possa raggiungere da sè sola la singola cellula; la cellula delle sifonee diventa simile ad una pianta fanerogama con radice, fusto e foglie (fig. 17); la cellula dei politalamici divien simile ad un mollusco con conchiglia calcarea concamerata come di *Nautilus*. Le colonie di cellule o cenobii, dei protisti sociali (volvocini, catallatti, ecc.) ci dànno insegnamento del modo in cui l'organismo multicellulare è nato originariamente dall'unicellulare; esse fanno il passaggio agli istoni coi loro tessuti. Avuto riguardo a questi importanti progressi della teoria dei plastidii si possono ora chiaramente distinguere i seguenti cinque gradi d'evoluzione della vita organica: 1° il citode, 2° la cellula, 3° il sincizio, 4° il cenobio, 5° l'istone (Cfr. p. 240).

Per la classificazione filogenetica dell'intero mondo organico risulta dalle osservazioni precedenti un sistema diverso, secondo che si considera come decisivo il punto

di vista fisiologico od il morfologico. Se si considera come decisivo il contrasto *fisiologico* che si presenta nel ricambio della materia, allora si può conservare l'antica divisione di regno animale e di regno vegetale (p. 239). Se invece si fa valere come più importante la differenza *morfologica* della struttura, allora si deve in prima linea contrapporre gli unicellulari ai multicellulari; i semplici protisti ed i complessi istoni appaiono allora come i due regni primarii del mondo organico (p. 238). In ognuno di questi due regni primarii si possono poi ancor distinguere due regni, uno con fitoplasma e col ricambio di materia caratteristico delle piante, l'altro con zooplasma e con ricambio animale. Con ciò però non è da dimenticarsi che la gran maggioranza degli organismi unicellulari appartengono a serie d'evoluzione indipendente, a stirpi di un regno neutrale dei protisti.



DICIOTTESIMA CONFERENZA

Genealogia del regno dei protisti.

Questioni preliminari. — Basi della filogenesi del regno dei protisti. — Le più antiche radici dell'albero genealogico. — Monere. — Le fitomonere considerate come i principii della vita. — Probionti. — Reiterata generazione spontanea dei probionti. — Zoomonere (monere predatrici). — Batterii (cosidetti schizomiceti). — Cromacee (croococcee e nostochinee). — Fitarchi e zoarchi. — Gruppi principali di organismi unicellulari. — Diatomee. — Cosmarie. — Palmellarie. — Volvocinee. — Xantellee. — Calcocitee. — Sifonee. — Amebine (lobose). — Gregarine. — Flagellati. — Catallatti. — Infusorii. — L'anima cellulare dei ciliati. — Acinete. — Rizopodi. — Animali-funghi e micetozoi. — Eliozoi. — Talamarii. — Radiolarii. — Sedimenti abissali.

Signori!

Il vecchio proverbio « *ogni principio è difficile* » vale anche per la scienza, e in modo affatto speciale per una scienza così giovane come è la nostra filogenesi. I grandiosi progressi che essa ha fatto negli ultimi vent'anni, dovuti al complesso delle zelanti ricerche di molti segnalati morfologi, ci hanno illuminato in modo soddisfacentissimo sull'origine e sull'evoluzione di molti gruppi animali e vegetali; ma esse han poco contribuito a procurarci concetti sicuri sull'origine dei più antichi gruppi atavici e sulla struttura di quegli antichissimi esseri primordiali da cui noi dobbiamo derivare tutti gli altri. L'inizio della vita organica, l'inizio dei più antichi esseri primitivi o protisti, il principio della loro trasformazione in forme viventi più elevate, il cominciamento dell'organizzazione caratteristica di questi gruppi più elevati, queste ed altrettali questioni preliminari sono in realtà difficili da sciogliere ed ancor oggidì molti naturalisti le considerano come enigmi insolubili.

Tuttavia io credo che colle nostre precedenti considerazioni, e specialmente colle ricerche contenute nell'ultima conferenza, io vi abbia sufficientemente persuasi che il rinunziare scoraggiati alla soluzione di questi enigmi non è giustificato. Certamente quelle questioni preventive sono difficili ed oscure, ma i sorprendenti progressi fatti dalle ricerche biologiche negli ultimi due decennii, le grandiose scoperte dell'anatomia comparata e della fisiologia, dell'ontogenesi e della paleontologia, sopratutto però la più profonda conoscenza della vita cellulare e dell'organizzazione dei protisti, ci han fornito molti nuovi e validi mezzi per arrivare alla loro soluzione. In parecchi grandi e svariati gruppi di protisti, come, per esempio, i radiolarii ed i talamarii, le diatomee e le cosmarie, i rapporti genealogici dei diversi gruppi di forme si posson già riconoscere in modo soddisfacente e molti di essi si possono ricondurre a semplici stipiti comuni. Ma anche sulla significazione ed origine di queste forme-stipiti, sul principio della loro evoluzione storica, possiamo già in parte farci dei concetti affatto soddisfacenti. Noi possiamo già fin d'ora con piena sicurezza stabilire alcuni principii dominanti, come guida generale per la ricerca della genealogia dei protisti.

Come *principii fondamentali della filogenesi del regno dei protisti* ci è permesso sin d'ora stabilire in prima linea i seguenti:

1° La gran maggioranza dei protisti possiede in istato adulto un'organizzazione che cade sotto il concetto di *una semplice cellula.*

2° Sebbene questa organizzazione spesso sia relativamente complicata, e sembri varcare i limiti del semplice carattere cellulare, tuttavia essa si può ricondurre a particolari modificazioni di una *semplice cellula.*

3° Questa semplice cellula non rappresenta essenzialmente che un vivente grumo plasmatico con due elementi diversi, sebbene strettamente affini, l'interno *nucleo* (*caryoplasma*) e l'esterno *corpo della cellula* (*cytoplasma*).

4° Le funzioni vitali generali si distribuiscono in questi due elementi primordiali attivi della cellula in tal guisa che l'interno *nucleo* assume la funzione della riproduzione e dell'*eredità*, l'esterno *corpo della cellula* quella della nutrizione e dell'*adattamento.*

5° Tutti gli altri elementi morfologici del corpo unicellulare dei protisti, specialmente le molteplici formazioni di scheletri e di invogli o gusci sono *prodotti plasmatici passivi* provocati solo in via secondaria dalla reazione reciproca di quei due elementi primordiali attivi.

6° Fisiologicamente il citoplasma dei protisti è o *fitoplasma* (plasma sintetico o di riduzione, col ricambio di materia propria dei vegetali), oppure *zooplasma* (plasma analitico o di ossidazione, con ricambio animale, v. pag. 239); il primo caratterizza le piante primitive o protofiti, l'altro i protozoi.

7° Originariamente il *zooplasma* è nato dal *fitoplasma* per scambio di lavoro, poichè solo quest'ultimo è in grado di formarsi immediatamente da combinazioni anorgiche sotto l'influsso della luce solare.

8° Quei protisti che in istato adulto sono pluricellulari (*colonie di cellule o coenobia*) son nati originariamente da forme-stipiti unicellulari, per ripetuta divisione di queste ultime e per la riunione permanente dei prodotti della divisione.

9° Tutti i protisti unicellulari devono originariamente esser discesi da *citodi senza nucleo* (*fitarchi e zoarchi*); i più semplici di questi sono le *monere* (fitomonere con fitoplasma e zoomonere con zooplasma); nucleo cellulare e sostanza della cellula sono i prodotti d'un differenziamento del semplice *plasson* (o del plasma senza nucleo delle monere).

10° Le più antiche monere, le quali costituiscono gli antichissimi stipiti primitivi di tutte le rimanenti monere, son nate per generazione spontanea (autogonia) da combinazioni anorgiche (XV Conferenza).

11° Ambo i regni degli *istoni*, cioè degli organismi multicellulari e formanti tessuti (regno animale e regno vegetale), si sono sviluppati originariamente dal regno dei protisti.

12° La gran maggioranza dei protisti non ha alcuna parentela diretta con questi stipiti degli istoni, ma appartiene a *stirpi polifiletiche, indipendenti, di protisti.*

In questi dodici principii fondamentali sono contenuti i più importanti concetti che ci devono guidare nello studio della filogenesi del regno dei protisti; appoggiati a questi principii ed alle nostre considerazioni precedenti sulla filogenesi generale e sui suoi documenti, noi possiamo volgerci immediatamente allo studio della prima. Ciò facendo noi non partiremo da considerazioni fisiologiche trattando separatamente i protofiti ed i protozoi (pag. 239), ma piuttosto, appoggiati a comparazioni morfologiche, considereremo lo sviluppo storico del regno dei protisti nel suo complesso.

La filogenesi dei protisti, come del resto quella di tutto il mondo organico, deve ad ogni modo prendere principio dalle *monere*, quei meravigliosi « *organismi senza organi* » che abbiamo già preso a considerare nelle Conferenze VIII e XVI (cfr. più sopra, pag. 100, 101). Come abbiamo accertato allora, queste notevoli monere sono non solo le più semplici di tutte le forme viventi che siano state osservate, ma ancora *i più semplici organismi che si possano pur anco immaginare*, poichè tutto il loro corpo, allo stato adulto, non è altro che un semplice *granello di molle plasson*, un pezzettino di plasma vivente in cui nè all'esame microscopico nè al microchimico non possiamo scoprire qualche interna struttura, qualche composizione da diversi elementi. Ora questo grumo vivente di plasma è sferico, ora di forma indeterminata e mutabile. Esso è irritabile, sensibile e mobile come qualsiasi altro organismo; esso si nutre e si riproduce (per scissione), e tuttavia mancano organi speciali per queste funzioni vitali.

Insistendo qui ancora una volta sulla *perfetta semplicità del corpo delle monere*, voglio nello stesso tempo ricordare che con ciò non è menomamente esclusa la presenza in esse di una complicatissima struttura molecolare, di un'intricata composizione da gruppi di molecole e da molecole organizzati (plastiduli o micelle). Al contrario noi dobbiamo con completa sicurezza ammettere *teoricamente*, per motivi d'indole generale, una tale struttura, ma *empiricamente* constatabile, osservabile col microscopio essa *non* lo è. Una parte delle monere, come per esempio, la *Protomyxa* disegnata sulla tav. I, come pure alcune forme di *Biomyxa* e di *Protamoeba* (pag. 247), han notevole grandezza, e tuttavia, anche coll'aiuto dei più forti ingrandimenti, noi non siamo in grado di percepire nel loro corpo plasmatico omogeneo e trasparente qualche traccia di struttura. Noi dobbiamo dunque ammettere che esso non sia composto che di molecole omogenee di *plasson* (plastiduli o micelle) e che queste sian separate da veli acquei. Anche queste, come tutte le molecole, sono di gran lunga troppo piccole per esser riconosciute anche coll'aiuto dei nostri più potenti microscopii.

Riguardo al *ricambio di materia nelle monere* e, nello stesso tempo, alla loro significazione come « *inizii della vita* » noi dobbiamo distinguere due diverse classi di questi semplicissimi esseri primordiali: *Phytomonera* e *Zoomonera*. Le fitomonere son costituite da *fitoplasma*, esse posseggono dunque la facoltà di produrre sinteticamente del *plasson* traendolo dai composti anorganici e di trasformare la forza viva della luce solare nella tensione chimica di combinazioni organiche. Le *zoomonere* invece risultano di *zooplasma* e non hanno quella facoltà d'assimilazione; esse si nutrono per assorbimento di plasma da altri organismi e ritrasformano le tensioni contenutevi nella forza viva del calore e del movimento meccanico. A queste zoomonere (con ricambio animale) appartengono probabilmente la più parte delle forme di monere finora descritte (pag. 100, 101); alle fitomonere invece appartengono i più antichi e primitivi di tutti gli organismi, i probionti.

Chiamiamo *probionti* (o *probii*) quelle semplicissime forme vitali che, per la perfetta semplicità del loro corpo di *plasson* e pel loro ricambio vegetale devono essere considerate come le più antiche sorgenti di ogni vita. Qual concetto dobbiamo farcene fu esposto meglio di tutti dal Nägeli nella sua grande opera già sopra mentovata, *Teoria meccanico-fisiologica della dottrina della discendenza* (cfr. sopra, pag. 119). Egli li definisce come piccolissimi granuli viventi di plasma che nel processo della generazione spontanea (nel senso espresso a pag. 207) provengono immediatamente per « organizzazione micellare » degli albuminati o composti albuminoidi, nati spontaneamente. Egli distingue « nel periodo d'introduzione che si trova fra la natura

anorgica ed i più bassi organismi che ci sian noti, due stadii. Il primo stadio consiste nella sintesi dei composti albuminoidi e nel loro organizzarsi a micelle (o plastiduli); il secondo stadio sta nell'ulteriore evolversi della massa plasmatica primordiale sino a formare gli infimi organismi noti » (pag. 90 e altrove). Il Nägeli è d'avviso che questi *probionti* o *probii* sian troppo piccoli per esser visti anche coll'aiuto dei nostri più forti microscopii. Frattanto non si vede perchè questi probionti, pel semplice accrescimento (pari a quello dei cristalli) non potrebbero poco alla volta raggiungere una dimensione molto più ragguardevole. Io suppongo che le forme maggiori coll'aiuto di forti ingrandimenti siano nettamente visibili e trapassino senza limiti netti nelle zoomonere che son relativamente molto grandi. Forse molti granuli di plasma, come ne troviamo liberi dappertutto nelle acque dolci e salate, sono probionti indipendenti. Noi li consideriamo come granuli di plasma staccatisi da cadaveri di animali e vegetali distrutti e in via di decomposizione. Ma per regola una vera prova di ciò ci manca. E chi ci proverà che questi probii non fossero nati *poco prima* per generazione spontanea?

I giudizi sulla *generazione spontanea* che il Nägeli (pag. 82-101 e altrove) unisce alla sua definizione dei *probii* son fra le migliori e le più perspicaci osservazioni che si sian fatte su quest'importantissima questione. Io sono completamente d'accordo con lui quando egli comincia quest'interessante capitolo con le seguenti parole: « L'origine dell'organico dall'inorganico non è anzitutto una questione di esperienza, ma bensì un *fatto* che segue dalla legge della conservazione dell'energia e della materia. Quando nel mondo materiale tutto sta in connessione causale, quando tutti i fenomeni procedono in via naturale, devono anche gli organismi, che son costituiti delle stesse sostanze da cui risulta la natura inorganica, e che in esse finiscono poi di nuovo per decomporsi, al loro primo esordio esser nati da combinazioni inorganiche. Negare la generazione spontanea significa proclamare il miracolo ».

Quand'io, 23 anni fa, stabilii la generazione spontanea nella forma qui definita (quella di autogonia) come ipotesi indispensabile per la teoria generale dell'evoluzione, essa fu quasi generalmente rigettata. Allora dominava ancora la celebre proposizione di Virchow « *Omnis cellula e cellula* » (ogni cellula è stata prodotta da una cellula). Essa faceva il parallelo al celebre detto dell'Harvey: « *Omne vivum ex ovo* » (ogni vivente è nato da un uovo). Ambedue queste proposizioni valgono per la gran *maggioranza* degli organismi, ma entrambe diventano falsi dogmi se si vuol dar loro un valore affatto *generale*. Infatti per le infime forme vitali esse non valgono e non possono valere. Ponderando ragionatamente tutte le contingenze che qui si presentano noi siamo condotti alla convinzione che le più antiche cellule non son nate da cellule, ma da enuclei citodi, da *monere*, e queste monere, sopratutto gli antichissimi *probionti*, non possono esser nate originariamente se non per generazione spontanea, intesa nel senso sopra definito.

Come ho già detto più sopra, e come ammette anche il Nägeli, è molto probabile che simili atti di generazione spontanea si sian molto spesso ripetuti, cioè ogni volta che si presentavano nella natura anorgica le volute condizioni. Forse essi accadono ancora oggidì, senza che noi siamo in grado di osservarli direttamente coi nostri mezzi insufficienti. Quelle condizioni ci sono ancora interamente ignote, e la formazione spontanea di minutissimi probionti, granuli di *plasson* che anche coi più forti ingrandimenti sono appena visibili, anche date le più favorevoli circostanze, sarebbe quasi impossibile da constatare. Ora davanti alle monere viventi anche oggidì noi siam posti

nella seguente alternativa: *o* davvero esse nascono direttamente dalle più antiche monere che dapprima si sian prodotte (o siano state « create ») ed allora esse avrebbero già dovuto essersi riprodotte inalterate ed essersi conservate nella forma primitiva per molti milioni d'anni, *oppure* le odierne monere non son nate che molto tardi nel corso della storia organica della terra in seguito a reiterati atti di generazione spontanea, ed allora quest'ultima può aver luogo altrettanto bene anche oggidì; essa può ripetersi indefinitamente. Evidentemente quest'ultima supposizione ha per sè molte più probabilità che la prima.

Se voi non accettate l'ipotesi della generazione spontanea allora sarete in realtà costretti, in questo *unico* punto della teoria dell'evoluzione, a rifugiarvi nel miracolo d'una *creazione soprannaturale*. In tal caso il Creatore deve aver creato il primo organismo o i pochi primi organismi da cui derivano tutti gli altri, in ogni caso semplicissime monere o citodi primitivi ed aver dato loro la facoltà di evolversi più oltre per via meccanica. Io lascio a ciascuno di voi la scelta fra questo concetto miracoloso e l'ipotesi della generazione spontanea. A me l'idea che il Creatore in questo solo punto sia intervenuto arbitrariamente nel regolare processo evolutivo della materia mi sembra tanto mal soddisfacente pel sentimento religioso quanto per la ragione scientifica. Se all'incontro noi accettiamo, per spiegare l'origine degli organismi, l'ipotesi della generazione spontanea, la quale, per le ragioni esposte più sopra e specialmente per la scoperta delle monere, ha perduto le sue primiere difficoltà, allora noi arriviamo a stabilire un ininterrotto collegamento naturale fra l'evoluzione della terra e quella degli organismi nati da essa; allora anche nell'ultimo punto rimasto ancor dubbioso noi riconosciamo *l'unità della natura intera e l'unità delle sue leggi di evoluzione.*

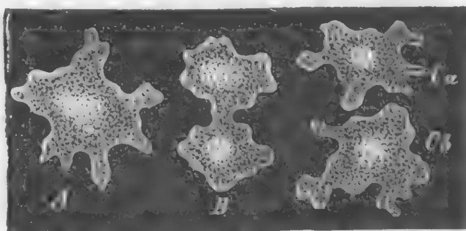


Fig. 8. — *Protamoeba primitiva* (monera d'acqua dolce) fortemente ingrandita

A) L'intiera monera coi suoi mutabili prolungamenti; *B*) Essa comincia dividersi in due metà; *C*) La divisione delle due metà si è fatta completa ed ognuna di esse rappresenta oramai un individuo indipendente.

Dai *probionti*, cioè dalle più primitive *fitomonere* son nate, per mutamento del ricambio materiale, le *zoomonere*, cioè quelle monere che non sono in grado esse stesse di assimilare cioè di produrre sinteticamente del plasma, ma devono assorbire per la loro nutrizione il plasma già formato da altri organismi. Ad esse appartiene verosimilmente la più gran parte delle monere da noi precedentemente descritte (*Protamoeba, Protogenes, Protomyxa,* ecc.). Queste « monere animali predatrici » trovarono più comodo di trarre direttamente il loro nutrimento dalle loro consorelle vegetali che di sottoporsi alla fatica di far la sintesi del plasma. Una simile mutazione nel ricambio della materia dovette trarre con sè le più importanti conseguenze; considerata dal punto di vista della fisiologia, essa determinava la derivazione del regno animale dal vegetale. Essa non ha in sè nulla di enigmatico, poichè persin molte piante inferiori hanno compito la stessa trasformazione fondamentale ed han trasformato il loro fitoplasma sintetico in zooplasma analitico, così fecero tutti quei parassiti che prendono il loro plasma direttamente da altre piante, le note piante parassite mancanti di foglie verdi che si trovano nei gruppi delle orchidee, orobanchee, cuscutee, citinee, ecc. Esse tutte originarono evidentemente da piante superiori, munite di foglie verdi, le quali

avevano un ricambio di materia interamente opposto. La stessa variazione, così importante in principio, che si ripetè spesso in questi differenti gruppi, la stessa ebbe luogo la prima volta quando dalle fitomonere si svilupparono delle zoomonere.

Fra le zoomonere noi dobbiamo ancora annoverare come gruppo speciale i *batterii*, quei mirabilissimi piccoli organismi che presentemente hanno in medicina un'importanza straordinaria come generatori di molte malattie, della putrefazione, della fermentazione, ecc. Ora essi sono sferici (*Sphaerobacteria*, per esempio, *Micrococcus*) ora bacilliformi (*Rhabdobacteria*, per esempio, *Bacillus*). Il più dei batterii sono di grandezza così minima che non possono esser visti se non coi più forti ingrandimenti, molti anzi solo dopo di esser stati colorati. Una sola gocciolina presa da un liquido putrefatto può contenerne miliardi. Molti mostrano un peculiare moto vibratorio ond'è che son stati chiamati *vibrioni* (*vibriones*). Il minutissimo corpo dei bacterii risulta da un pezzettino omogeneo di plasma, come in tutte le monere. Poichè manca un nucleo essi non devono essere considerati come cellule, ma son solo semplici citodi. La loro moltiplicazione accade semplicemente per scissione. Molte delle più pericolose malattie (cholera, tubercolosi, carbonchio, lebbra, ecc.) son provocate da particolari specie di batterii; in brevissimo tempo questi minuti protisti sviluppandosi in gran quantità e in parte producendo un particolare veleno, possono distruggere i tessuti del corpo umano e portare la morte. In molti trattati i bacterii vengono ancor oggidì presentati come piante unicellulari, sebbene essi nè costituiscano una cellula nè abbiano il ricambio di materia proprio dei vegetali. Per solito essi son detti *schizomiceti* (funghi scindentisi) senza però che essi abbiano uno solo dei caratteri proprii dei funghi.

Molti botanici riuniscono ai bacterii il gruppo delle *cromacee* (o cianoficee), formandone la classe antinaturale dei cosidetti *schizofiti* (*schizophyta*). Ciò che v'ha di comune fra i due gruppi si è la moltiplicazione per semplice scissione e la *mancanza di nucleo*, perciò anche le cromacee non formano vere cellule, ma solo citodi. Il loro ricambio di materia è vegetale (formante plasma), non animale (distruttore del plasma), come nei batterii. Mentre il zooplasma di questi ultimi è incoloro, il fitoplasma delle prime, in causa d'una speciale sostanza colorante (ficocianina), appare colorato in verde-azzurrognolo. Poichè v'ha una speciale membrana che include questi plastidii senza nucleo, noi dobbiamo considerarli come *lepocitodi* (cfr. pag. 210). Molte cromacee compiono particolari movimenti. Nelle *chroococceae* i due citodi che si originano per scissione nella riproduzione si separano subito l'uno dall'altro, mentre essi nelle *nostochineae* si dispongono in fila l'uno presso l'altro. In entrambi i gruppi delle cromacee i citodi secretano spesso masse gelatinose in cui essi rimangono uniti in società (cenobii). Essi si trovan dappertutto in quantità nell'acqua e sulla terra umida.

I protisti fin qui osservati, tanto i *fitarchi* (con ricambio vegetale e fitoplasma) quanto i *zoarchi* (con ricambio animale e zooplasma), concordano tutti in un carattere importantissimo; essi non possiedono ancora alcun nucleo e perciò anche non devono essere considerati come « cellule ». Il differenziamento del *plasson* in nucleo (*karyoplasma*) ed in sostanza della cellula (*protoplasma*) non compare che nel secondo grado del regno dei protisti, nei veri *unicellulari*. Fra questi noi possiamo distinguere in generale tre gruppi le cui reciproche relazioni di parentela sono molto intricate. Un primo gruppo è formato dalle cosidette « piante unicellulari » con fitoplasma e ricambio vegetale (plasmogeno), le diatomee, cosmarie, palmellee e sifonee. Al secondo gruppo appartengono i veri « animali unicellulari », con zooplasma e ricambio animale (plasmofagi), cioè il più degli infusorii (specialmente ciliati e acinete), e dei rizopodi

(sopratutto talamarii e radiolarii). Ma in molti altri protisti il carattere decisivo del ricambio di materia non è esplicato od è collegato in guisa così strana con caratteri morfologici opposti che perdura una disputa interminabile per sapere se essi si debbano considerare come protofiti o come protozoi. A questo terzo gruppo, delle monere neutrali, appartengono, per esempio, i flagellati, i lobosi, le gregarine, certe diatomee e micetozoi.

Le *diatomee* (tav. XIV, fig. 2, 3) formano una classe di protisti affatto indipendente ed estremamente ricca di forme, distinta da uno speciale guscio siliceo bivalve. Esse popolano in quantità sterminate e con un'infinita molteplicità di forme elegantissime il mare e le acque dolci. Il più delle diatomee sono microscopiche cellule, le quali vivono isolate (figura 13) o riunite in gran numero. Molte sono fisse, per la maggior parte però si muovono scivolando in guisa particolare, nuotando o strisciando. Il loro corpo cellulare molle è colorito in giallo-bruniccio da una sostanza colorante caratteristica ed è sempre incluso in un solido e rigido guscio siliceo; questo è distinto per forma regolare generalmente simmetrica e per la sua fina struttura; esso si sviluppa nelle più eleganti e molteplici forme. L'invoglio siliceo risulta essenzialmente da due metà lassamente connesse che si comportano come una scatola ed il suo coperchio. Nella commessura che sta fra esse, forse anche in una speciale linea longitudinale del guscio si trovano una o due fessure per le quali il molle corpo cellulare che v'è rinchiuso comunica col mondo esterno. Questi gusci silicei si trovano fossilizzati in grandi quantità e son parte prevalente della composizione di varie roccie, per esempio, del *Polirschiefer* di Bilin e della farina fossile (tripoli) della Svezia. La riproduzione delle diatomee accade semplicemente per scissione. Allora le due valve della cellula silicea si staccano l'una dall'altra, e dopochè il protoplasma ha seguito la divisione del nucleo in due metà, ogni metà secreta una nuova valva che si comporta rispetto alla vecchia metà come la scatola al suo coperchio.



Fig. 11.
Un Flagellato (*Euglena striata*) forte ingrand.
Al disopra è visibile il flagello filiforme vibrante; in mezzo il tondo nucleo col proprio nucleolo.

Più strettamente che le diatomee si rannodano al regno vegetale le vicine *cosmarie* (tavola XIV, fig. 4-8), protisti unicellulari che si segnalano parimenti per la forma elegante e regolare del loro simmetrico invoglio bilaterale. Questo però non consiste in un guscio siliceo bivalve, ma in una membrana bilaterale di cellulosa, generalmente divisa da un'incisione mediana in due lobi. Spesso esso mostra una elegantissima forma stellata o forma lobi raggianti; altre volte la cellula delle cosmarie è regolarmente triangolare, cruciata, semilunare, ecc. La riproduzione avviene semplicemente per divisione nel piano mediano; ogni metà si ricompleta subito ben presto colla formazione di una nuova metà. Il più sovente alla scissione precede (come nelle gregarine) una copulazione o fusione di due cellule simili. La gran maggioranza delle cosmarie vivono isolate, sparse dovunque nell'acqua dolce (*closterieae*), alcune tuttavia vivono socialmente e formano cenobii in forma di catene (*desmidieae*); questa forma a catena o serie di cellule conduce al gruppo delle zignemee o coniugate, alghe multicellulari con tallo filiforme.

Alle cosmarie si rannodano strettamente le *palmellarie* (*palmellaceae*), grande gruppo di « alghe unicellulari » che appartiene parimenti ai gruppi stipiti delle « alghe multicellulari »; nello stesso modo che le cosmarie (desmidiee) sono da considerarsi come stipite delle zignemee, le palmellarie son da considerarsi come il gruppo-stipite

primitivo delle conferve (cioè dei « fili acquatici » verdi multicellulari). Anche le cellule delle palmellarie vivono ora isolate (eremobie), ora riunite a società in colonie gelatinose (cenobii). Ad esse appartengono le protococcee e pleurococcee; molti botanici collocano anche qui le pandorine e le volvocine che sono invece dai più dei zoologi considerate come flagellati ed annoverate fra gli infusorii. In istato liberamente mobile questi protisti neutrali nuotano in giro per mezzo di uno o più lunghi flagelli vibranti e rassomigliano allora a veri « infusorii » (piante nell'atto di animalizzarsi, tav. XIV, figure 9 e 10). Invece in istato di riposo essi raffigurano celle vegetali sferiche o tondeggianti della più semplice specie. La riproduzione accade ora per semplice scissione (fig. 11-13), ora per copulazione di due cellule uguali; diventando esse disuguali, conducono alla generazione sessuale.

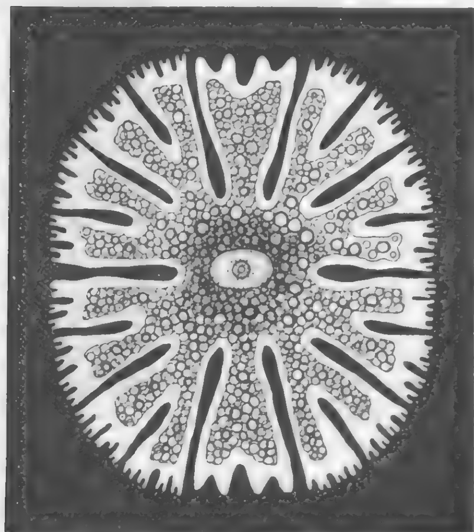


Fig. 18. — *Euastrum rota*, cosmaria unicellulare fortemente ingrandita

Tutto questo elegante corpo stellato ha il valore morfologico di un'unica cellula. Nel centro di esso sta il nucleo con nucleoli.

Alle palmellarie appartengono probabilmente anche le *xantellee*, cioè le cosidette « cellule gialle » le quali abitano nel corpo di molti animali inferiori, non propriamente come parassiti che piglino il loro nutrimento da essi, ma come simbionti che si collegano intimamente ad essi con reciproco vantaggio. I relativi ospiti (vermi, echinodermi, zoofiti di tutte le classi, radiolarii, fig. 16, pag. 257) dànno alle xantelle incluse dentro di essi (*zooxanthella*) rifugio e protezione, in ricambio ricevono da queste del plasma e dell'amido che queste ultime producono sotto l'influsso della luce solare. Le « cellule gialle » hanno il più delle volte una semplice forma sferica e si riproducono per scissione (tavola XV, fig. 11-13). Se si allontanano le xantelle dal corpo del loro ospite esse secretano della gelatina e passano allo stato di palmelle. Se però le si porta in molta acqua, allora esse si trasformano in flagellati, in « spore vaganti unicellulari con due flagelli ».

Colle xantellee si connettono forse anche le *labirintulee* le quali vivono contro ai pali nell'acqua marina. Esse appaiono come cellule fusiformi, generalmente colorite in giallo vitellino, che ora stan ferme, ammucchiate in grumi, ora si muovono in guisa estremamente singolare. Esse si formano allora, in modo ancora inesplicato, una rete di fili labirinticamente intrecciati e si aggirano strisciando nelle vie filiformi di questo rigido graticcio. Per la loro struttura si riterrebbero le cellule delle labirintulee per semplicissime piante, pel loro moto si crederebbero semplicissimi animali.

Un gruppo rimarchevole, e ancor poco noto, di protisti è quello delle *calcocitee* od « alghe calcari unicellulari ». La cellula, verosimilmente formata di fitoplasma, si fa qui tanto ricca di carbonato di calce che essa rassomiglia ad un corpicciuolo calcare anorgico, ad una concrezione. Ora esse formano semplici dischetti rotondi (discoliti), ora doppi dischi, simili ad un bottone da camicia (ciatoliti). Le piccole sfere (coccosfere) composte da molti di questi dischetti collegati son forse cenobii delle prime; così pure le graziose rabdosfere, sfere calcari con aculei raggianti che partono da piastre poligonali

della loro superficie (tav. XIV, fig. 1). Queste piccole calcocitee si trovano in massa tanto alla superficie e sul fondo dei mari tropicali, come anche, allo stato fossile, nella creta. (Confrontare su ciò Wyville-Thomson, *The Atlantic*, 1877, vol. I, pag. 222).

Una classe singolarissima di « protofiti » è formata dalle *sifonee*, il cui corpo ragguardevole imita in modo mirabile le forme di varie piante superiori. Alcune di queste sifonee raggiungono una grossezza di parecchi piedi e rassomigliano ad un elegante muschio (*Bryopsis*) o ad un licopodio o persino ad una perfetta fanerogama con stelo, radici e foglie (*Caulerpa*, fig. 17). Tuttavia tutto questo corpo malgrado le sue dimensioni ed il suo esterno differenziamento non risulta internamente che da una semplicissima vescica che ha solo il valore morfologico di un'unica cellula. Molti piccoli nuclei son distribuiti nel protoplasma che riveste la parete interna di questa gigantesca vescica di cellulosa. Alcune sifonee si riproducono solo asessualmente (*Caulerpa*, ecc.), altre sessualmente (*Vaucheria*, ecc.). Queste mirabili sifonee, vaucherie e caulerpe, ci mostrano quanto lungi possa andare la singola cellula come individuo semplicissimo di primo ordine col prolungato adattamento alle condizioni del mondo esterno. Per lo più sono abitatrici dei mari caldi; frattanto alcuni generi di esse si trovano anche nell'acqua dolce (*Vaucheria*) o persino sulla terra umida (*Botrydium*).

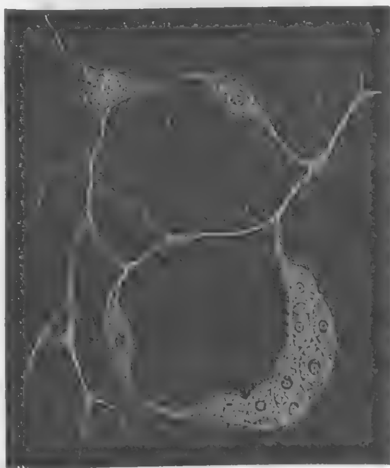


Fig. 14. — *Labyrinthula macrocistis* (fortemente ingrandita).

Al disotto un gruppo di cellule accumulate dalle quali una, a sinistra, si èappunto staccata; al disotto due singole cellule le quali scivolano nelle vie filiformi della loro rigida trama reticolata.

Mentre i protisti fin qui considerati sono dalla maggior parte dei naturalisti considerati come *protofiti*, gli organismi unicellulari a cui ora ci volgiamo vengono per solito descritti come *protozoi*, specialmente le grandi classi degli infusori e dei rizopodi. Come le più semplici ed indifferenti forme di questi grandi gruppi ci si presentano dapprima gli *amebini* (*amoebina* o *lobosa*). A questi appartengono le nude *amebe* (*gymnolobosa*) e le *arcelle* munite di guscio (*thecolobosa*). Le comuni amebe sono il tipo della *cellula* semplice, nucleata, ma ancora amorfa. Cellule nude, nucleate, affatto simili ci si presentano dappertutto al principio dello sviluppo tanto di vere piante come di veri animali. Per esempio, le cellule riproduttrici di molte alghe (spore ed uova) esistono nell'acqua per un tempo più o meno lungo in forma di cellule, nucleate, che non si possono affatto distinguere da semplici amebe e dalle uova nude di varii animali (per esempio, delle spugne, sifonofori e meduse). (Cfr. il disegno dell'uovo nudo nella Conferenza XIX). Molte semplici cellule nude, sia che provengano dal corpo di animali o di vegetali, non differiscono essenzialmente da un'ameba indipendente. Infatti quest'ultima non è poi altro che una semplice cellula primitiva, un nudo grumo di *protoplasma* che include un *nucleo*. Però la contrattilità di questo protoplasma che si mostra presso l'ameba nel mandare e ritirare dei prolungamenti di forma mutabile è una proprietà biologica generale del *plasson* organico tanto nei plastidii animali che in quelli vegetali. Quando una monera liberamente mobile che continuamente varia la sua forma passa allo stato di riposo, allora essa si raccoglie a mo' di sfera e si ravvolge di una membrana secretata da essa. Allora la sua forma

si può così poco distinguere da un uovo animale quanto da una semplice cellula vegetale sferica (fig. 10 *A*).

Cellule nude nucleate simili a quelle disegnate nella fig. 10 *B*, le quali variano continuamente di forma emettendo e ritirando delle appendici digitiformi irregolari e che perciò son dette *amebe*, si trovano molto sparse nell'acqua dolce ed in mare, persino anche striscianti sulla terra. Esse prendono il loro nutrimento in quello stesso

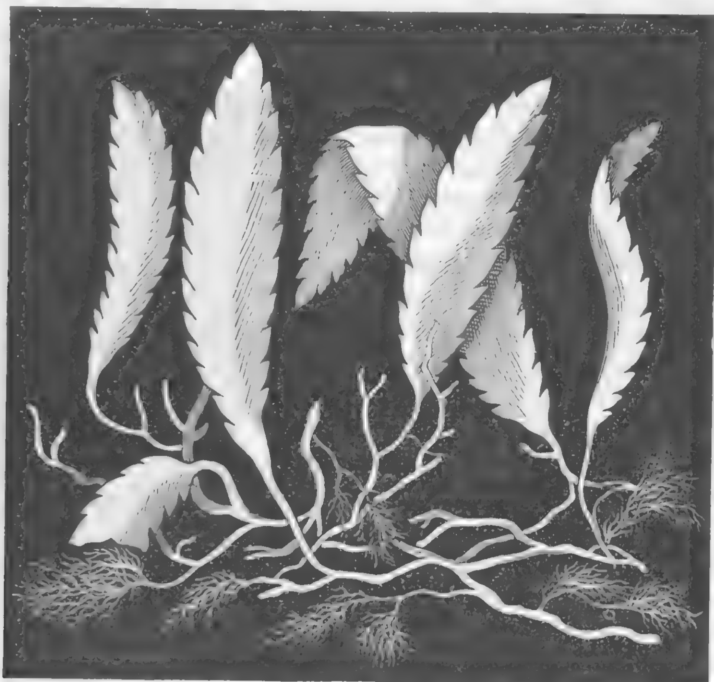


Fig. 17. — *Caulerpa denticulata*, sifonea, in grandezza naturale.
Tutto questo ramificato protofito che sembra esser composto da uno stelo strisciante con fasci di fibre radicali e foglie dentate, non è realmente che un'unica cellula.

modo che abbiam descritto sopra (pag. 101) per le protamebe. Talora si può osservare la loro riproduzione per scissione (fig. 10 *C D*), che io vi ho già descritto in una delle Conferenze precedenti (pag. 101). Molte di queste amebe amorfe sono state recentemente riconosciute essere giovani stadii evolutivi di altri protisti (sopratutto di mixomiceti) o cellule staccatesi da animali e piante inferiori. I globuli sanguigni bianchi degli animali, per esempio, anche quelli del sangue umano, non si possono distinguere dalle amebe. Essi possono come queste ingerire corpicciuoli solidi come io ho verificato per la prima volta nel 1859 nutrendoli con sostanze coloranti finamente divise. Molte di queste « cellule erranti divoratrici » (amebociti o fagociti) hanno una parte notevole nel ricambio di materia degli animali superiori ed anche in parecchie malattie dell'uomo. Altre amebe invece (come quella rappresentata nella fig. 10) sembrano essere « buone specie » indipendenti, poichè esse si riproducono invariate per molte generazioni. Oltre alle *amebe* propriamente dette o *amebe nude* (*gymnolobosa*) noi troviamo anche molto sparse sopratutto nell'acqua dolce, delle *amebe col guscio* (*thecolobosa*), il cui nudo corpo protoplasmatico è protetto da un solido guscio (*Arcella*) od anche da un astuccio fatto di pietruzze appiccicate insieme (*Difflugia*). Spesso

questo guscio ha forma elegantissima; nella *Quadrula*, per esempio, esso è costituito da piastrine quadrate.

Alle lobose noi rattacchiamo le *gregarine* (*gregarinae* o *sporozoa*). Sono protisti unicellulari abbastanza grossi che vivono parassiti nel canal digerente o nella cavità del corpo di molti animali, si muovono e contraggono a mo' di vermi ai quali erroneamente furono dapprima riferiti. Le gregarine si distinguono dalle amebe per la mancanza dei prolungamenti mutevoli e per una membrana od invoglio spesso e senza struttura che rinchiude il loro corpo cellulare. Si può considerarle come amebe che si sono abituate alla vita parassitica e che in seguito a ciò hanno secretato una membrana in cui si sono avvolte. Ora le gregarine rimangono semplici cellule, ora si dispongono a catene di due o tre cellule. Nella riproduzione esse si contraggono a sfera, il nucleo si scioglie nel protoplasma e quest'ultimo si divide in numerose sfericciuole o spore. Queste si circondano di invogli fusiformi e diventano le cosidette psorospermie

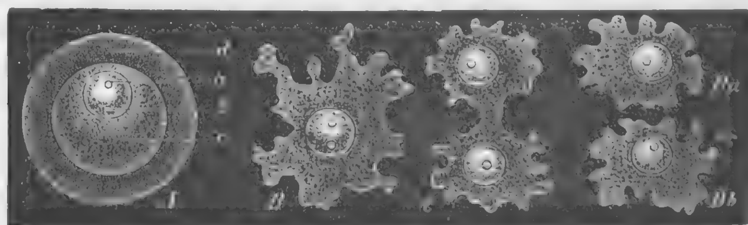


Fig. 10. — *Amoeba sphaerococcus* (ameba d'acqua dolce senza vescicola contrattile) fortemente ingrandita.

A) L'ameba incistidata, semplice cellula sferica risultante da una massa protoplasmatica *c*) che racchiude un nucleo *b*) ed un nucleolo *a*) e che è circondata da una membrana cellulare o capsula; *B*) L'ameba libera che ha rotta ed abbandonata la cisti o membrana cellulare; *C*) Essa incomincia a dividersi, scindendosi il suo nucleo in due nuclei e formandosi fra essi una costrizione del protoplasma: *D*) La divisione è compiuta essendosi anche il protoplasma diviso completamente in due metà (*Da* e *Db*).

(o pseudonavicelle). Più tardi sguscia dall'invoglio una piccola *monera*, la quale colla formazione d'un nuovo nucleo si trasforma in un'*ameba*. Quest'ultima crescendo e circondandosi di un invoglio diventa gregarina.

Una rimarchevolissima classe di protisti è quella dei flagellati (*flagellata*, fig. 11). Essi, come i lobosi, sono interessanti per la loro natura indifferente ed il loro carattere neutrale, cosicchè dagli zoologi son tenuti generalmente come animali unicellulari, dai botanici come piante unicellulari. In verità essi mostrano relazioni tanto vicine ed importanti col regno animale che col regno vegetale. Alcuni flagellati non si possono distinguere dagli stati giovanili liberamente mobili di vere piante, sopratutto dalle spore vaganti di molte alghe, mentre altri si raccordano apparentemente ai veri animali. Gli uni son verdi e producono plasma (come i protofiti), gli altri, della stessa forma, sono incolori e distruggono il plasma (come i protozoi). Così i flagellati sono realmente protisti neutrali e stanno da una parte tanto vicini ai veri protofiti (palmellarie), quanto, d'altra parte, ai veri animali primitivi (protozoi). Molti vivono isolati (*Euglene*, fig. 11), altri riuniti in colonie o cenobii (volvocine). Si posson trovare in massa dappertutto tanto nelle acque dolci che in quelle salate. La parte caratteristica del loro corpo è un'appendice mobilissima, semplice o molteplice, a mo' di frusta (*flagellum*), mediante la quale esse si aggirano rapidamente nell'acqua. In primavera le euglene ed astasie rosse o verdi per la loro enorme quantità colorano talora improvvisamente l'acqua in rosso o verde. Alcuni flagellati, per esempio, le euglene (fig. 11)

hanno corpo nudo mentre esso nei flagellati loricati (*thecoflagellata*) è circondato da un invoglio. I peridinii dal guscio siliceo (*dinoflagellata*) possiedono inoltre uno speciale cingolo di ciglia. Ma le forme più grosse e più curiose sono le nottiluche o flagellati vescicolari (*cystoflagellata*) che emettono luce nell'oscurità e talora appaiono in masse tali che la superficie del mare risplende a perdita di vista. Una di queste nottiluche (*Leptodiscus medusoides*) imita la forma ed i movimenti di una vera medusa e tuttavia non è che una semplice cellula ombrelliforme.

Una notevolissima forma nuova di protisti che io ho chiamato *Magosphaera* è stata da me scoperta nel settembre 1869 sulle coste della Norvegia ed accuratamente descritta nei miei studi biologici (15) (pag. 137, tav. V). Presso all'isola Gis-oe, vicino a Bergen, io raccolsi, natanti alla superficie del mare, delle elegantissime sferule (fig. 12) composte da una quantità (circa 30-40) di cellule piriformi ciliate che colle loro estremità appuntite erano riunite raggiatamente al centro della sfera. Dopo alcun tempo la sfera si disgregò. Le singole cellule si aggirarono nuotando indipendentemente nell'acqua simili a certi infusorii o ciliati. In seguito le cellule caddero al fondo, ritrassero in corpo il loro rivestimento di ciglia e passarono poco alla volta nella forma di un'ameba strisciante (simile a quella della fig. 10 *B*). Quest'ultima più tardi si incapsulò (come nella fig. 10 *A*) e si divise allora per ripetuta bipartizione in un gran numero di cellule (affatto come nella segmentazione dell'uovo, fig. 6, pag. 173). Le cellule si rivestirono di ciglia vibratili, ruppero l'invoglio e allora si aggirarono nuovamente natando in forma di una sfera ciliata (fig. 12). Poichè questo mirabile organismo appare ora come una semplice ameba, ora come una singola cellula ciliata, ora come una sfera ciliata pluricellulare, è difficile collocarlo in alcuna delle altre classi di protisti e può essere considerato come il rappresentante di una nuova classe autonoma di protisti. Siccome questa è intermedia a molte forme di protisti e le collega le une colle altre, essa può portare il nome di classe dei *catallatti* (o intermediarii).



Fig. 13. — *Navicula hippocampus* (forte ingrandimento).
In mezzo alla cellula rivestita di guscio siliceo è visibile il nucleo, col suo nucleolo.

Nella gran classe dei veri *infusori* (*infusoria*) e sopratutto in quel gruppo che porta ordinariamente il nome di *ciliati* (*ciliata*), i fenomeni vitali mostrano un carattere animale bene spiccato. Queste interessanti creaturine dalle forme svariate che popolano in grandi masse tutte le acque dolci e salate ci mostrano quanto lontano possa andare la semplice cellula animale nei suoi sforzi verso la perfezione. Infatti sebbene i ciliati siano dotati d'una locomozione volontaria così vivace e di così delicata sensibilità, che dapprima essi erano considerati generalmente come animali d'organizzazione elevata, anche essi non sono tuttavia che *semplici cellule*. La superficie di queste cellule diversamente conformate è coperta di esili ciglia vibratili che servono tanto alla locomozione, quanto alla sensitività ed alla presa degli alimenti. Nell'interno sta un semplice nucleo. Essi si riproducono in parte per scissione, in parte per geminazione o sporulazione, spesso alla scissione precede una copulazione od una specie di riproduzione sessuale. In nessun gruppo di protisti ci appaiono così nette ed innegabili le manifestazioni della *vita psichica della singola cellula* come in questi ciliati unicellulari, ond'è che per la teoria monistica dell'*anima cellulare* essi hanno un interesse affatto speciale (Cfr. i miei scritti sopra « le anime cellulari e le cellule dell'anima », *Conf. pop. riunite*, fasc. I) (50).

Come prossimi parenti dei ciliati e come speciale classe d'infusorii si connettono generalmente a quelli, nel sistema dei protisti, le *acinete* (*acinetae*). In opposizione ai ciliati vivacemente mobili, queste acinete stanno per solito immobilmente fissate nell'acqua e stendono finissimi tubi succiatori rigidi per mezzo dei quali esse assorbono altri infusori. Come i ciliati, anche le acinete si moltiplicano ora per scissione, ora per gemmazione o per formazione di spore erranti.

Mentre gli infusori hanno interesse sopratutto fisiologico, come protisti dall'anima cellulare superiormente sviluppata, noi troviamo invece la maggior molteplicità di forme e la più grande divergenza morfologica nell'ultimo gruppo del regno dei protisti, quello dei *rizopodi* (*rhizopoda* o *sarcodina*). Questi rimarchevoli « protozoi » popolano il mare sin dai più antichi tempi della storia organica della terra con una straordinaria molteplicità di forme, parte strisciando sul fondo del mare, parte sospesi a diverse profondità, parte natando alla sua superficie. Solo pochi vivono nelle acque dolci o sulla terra umida. I più posseggono solidi gusci calcarei o silicei estremamente complicati ed eleganti, i quali si conservano perfettamente allo stato fossile. Spesso essi sono accumulati in modo da formare potenti masse rocciose, sebbene i singoli individui siano per solito piccoli e spesso all'occhio nudo appena o non affatto percettibili. Frattanto molti raggiungono un diametro di alcune linee o persino di un paio di pollici. L'intera classe prende il suo nome da ciò che il loro corpo nudo e mucilaginoso irraggia da tutta la sua superficie migliaia di finissimi fili mucilaginei, falsi piedi o pseudopodii, che si ramificano a mo' di radici, si connettono a mo' di rete e si trovano in costante mutamento di forma come i più semplici pseudopodii degli ameboidi o lobosi. Questi mutevoli pseudopodii servono tanto alla nutrizione come alla presa degli alimenti. Noi distinguiamo fra i rizopodi quattro classi: i micetozoi, eliozoi, talamarii e radiolarii.

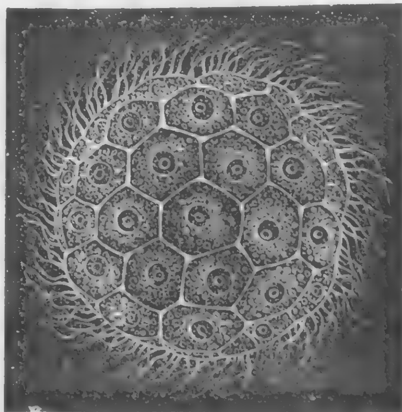
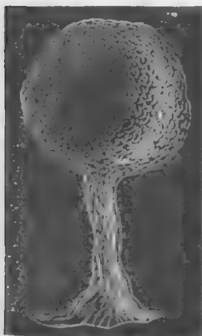


Fig. 12. — La ciliosfera norvegese (*Magosphaera planula*) nuotante per mezzo del suo rivestimento vibratile, vista dalla superficie.

I notevoli *micetozoi* (*mycetozoa* od animali-funghi) formano la prima classe di rizopodi. Prima essi erano tenuti generalmente per funghi e collocati nel regno vegetale sotto il nome di funghi mucilaginei (*Myxomycetes*). Il botanico De Bary scoperse primo la loro notevole ontogenesi e ne trasse con perfetto diritto la conclusione che essi sono affatto diversi dai funghi e da considerarsi piuttosto come animali inferiori. Certamente il corpo fruttificante adulto di essi è una vescica grossa varii pollici, ripiena di una fina polvere o di molti fiocchi (fig. 15) come le note boviste o vescie di lupo (gastromiceti). Ma dalle spore di essi non vengono fuori le caratterische cellule filiformi od ifi dei veri funghi, ma invece cellule nude, le quali dapprima si aggirano in forma di flagellati (fig. 11), poi strisciano alla maniera delle amebe (fig. 10 *B*) e finalmente si fondono con altri loro simili formando grossi corpi mucosi o « plasmodii ». Son questi estese reti irregolari di protoplasma che con diuturna vece cambiano lentamente la loro forma irregolare. Più tardi essi si contraggono in un grumo rotondo, e si cambiano immediatamente in corpi fruttificanti vescicolari. Uno di questi grossi plasmodii, quello dell'*Aethalium septicum* appare talora abbondante in estate

formando i cosidetti fiori di concia e attraversa a mo' di rete in forma di una massa mucosa come d'unguento, di un bel giallo, talora larga varii piedi i mucchi e le aiuole di concia dei conciatori; gli stadii giovanili mucilaginosi, liberamente striscianti di questi mixomiceti, i quali vivono per lo più su materie vegetali in putrefazione, corteccie, ecc. nelle foreste umide, mostrano chiaramente che essi appartengono ai rizopodi e non ai funghi.

Alla seconda classe dei rizopodi, agli *eliozoi* (*heliozoa*) appartiene fra altri il cosidetto « animaletto-sole » (Sonnenthierchen) che si trova molto frequente nelle nostre acque dolci. Esso venne osservato già nello scorso secolo dal pastore Eichhorn di Danzica e chiamato in suo onore *Actinosphaerium Eichornii*. Esso appare all'occhio nudo come una piccola sfericciuola grigia gelatinosa della grandezza d'una capocchia di spillo. Sotto il microscopio si vedono migliaia di fini fili mucosi irraggiare dal corpo plasmatico centrale e chi osserva vi deve distinguere l'interno strato midollare cellulare e lo strato esterno della vescica corticale. Il primo contiene molti piccoli nuclei. L'*Actinophris sol*, più piccolo, contiene nel suo corpo cellulare un solo nucleo. Molti eliozoi avvolgono il loro corpo in un elegante invoglio traforato rotondo (*Clathrulina*).


Fig. 15. — Corpo fruttificante pedunculato (vescica sporifera, ripiena di spore) di un mixomiceto (*Physarum albipes*), debolmente ingrandito.

Di molto maggior interesse generale che non gli eliozoi e micetozoi sono le due ultime divisioni dei rizopodi, le classi così ricche di forme dei *talamarii* dal guscio calcareo e dei *radiolarii* dal guscio siliceo. I gusci estremamente eleganti e multiformi di questi rizopodi dopo la morte del corpo molle unicellulare rimangono giacenti sul fondo del mare e coprono accumulati in enormi strati limosi gli alti fondi marini. La grande importanza geologica di questi sedimenti di protisti, del calcareo « fango di globigerine » e del siliceo « fango di radiolarii » ci è apparsa chiaramente solo da un decennio per le scoperte del « Challenger ». Per la pietrificazione e per l'ulteriore sollevamento di questo fango possono nascere potenti masse rocciose.

Già verso la metà del secolo scorso (del 1731), si sapeva che la sabbia marina di molti litorali risulta da accumulamenti di elegantissime conchigliette calcaree. Per la loro notevole rasomiglianza colle conchiglie dei gasteropodi e dei cefalopodi (*Nautilus*) le si credettero conchiglie di minuti molluschi. Solo molto più tardi (1835) il Dujardin constatò che gli abitatori viventi di queste multiformi conchiglie non sono animali di elevata struttura ma corpi mucilaginei amorfi, grumi di sarcode o plasma, dalla cui superficie irradiano tenui filamenti. Ora il loro semplice corpo cellulare include solo un grosso nucleo, ora parecchi. Ora si conosce molto esattamente la loro storia naturale e si dà abitualmente alla classe il nome (pochissimo adatto) di *foraminifera*, meglio di *thalamaria* o *thalamophora*. Malgrado la semplice natura del loro corpo questi piccoli talamarii secretano tuttavia una solida conchiglia generalmente composta di calce, la quale mostra una grande varietà di eleganti conformazioni. Nei più antichi e più semplici talamarii la conchiglia è una semplice camera campanulata, tubulare o cocleiforme dalla cui apertura esce un fascio di filamenti mucosi. In opposizione a questi foraminiferi con una sola concamerazione (*monothalamia*), quelli a più camere (*polythalamia*), che formano il numero maggiore, posseggono una conchiglia che è costituita in modo molto artificioso da molte

camerette. Ora queste camere stanno in serie le une dietro alle altre, ora disposte in cerchi concentrici od a spira intorno ad un centro, ed allora spesso in molti piani sovrapposti come le loggie di un grande anfiteatro. Tale struttura mostrano, per esempio, le nummuliti le cui conchiglie calcaree lenticolari ammucchiate a miliardi costituiscono presso le coste mediterranee intere montagne. Le pietre di cui son fabbricate le piramidi d'Egitto risultano da un simile calcare nummulitico. Nei più dei

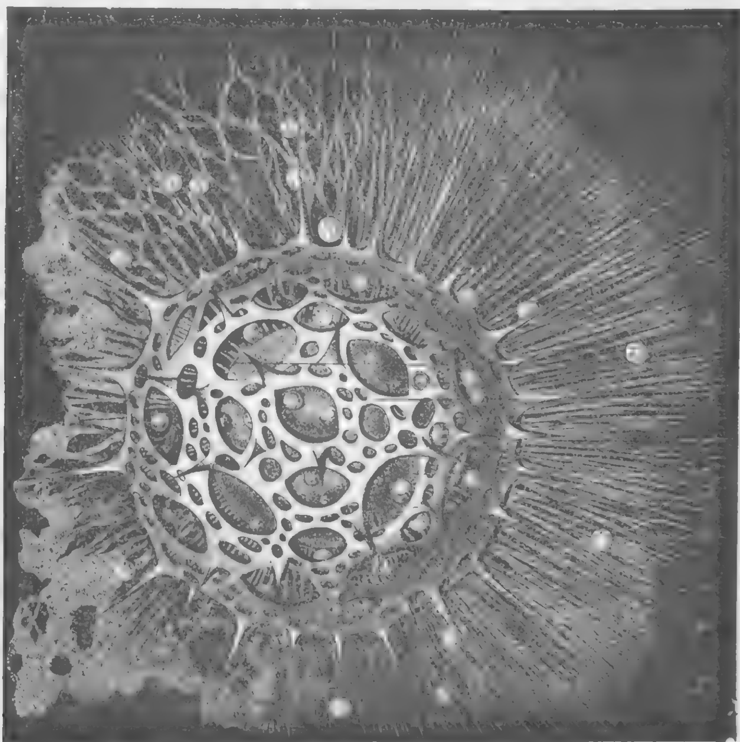


Fig. 16. — *Cyrtidosphaera echinoides*, ingrandita 400 volte.

c) Capsula centrale sferica; *s*) Guscio siliceo traforato a graticcio; *a*) Aculei radiali che irradiano da essa; *p*) Pseudopodii o falsipiedi che irraggiano dall'invoglio mucoso che ravvolge la capsula centrale; *l*) Cellule sferiche gialle che sono sparse frammezzo e contengono granuli d'amido (Zooxantelle, pag. 250).

casi le concamerazioni dei gusci dei politalamici son ravvolte le une sulle altre a spirale. Le camere stanno in comunicazione fra di loro per condotti e porte, come le camere d'un grande palazzo e son generalmente aperte verso l'esterno per numerosi finestrini da cui il corpo mucoso nei mutevoli pseudopodii può stendersi fuori. Tuttavia malgrado la straordinaria complicatezza ed eleganza di questo labirinto calcareo, malgrado l'infinita varietà della costruzione e dell'ornamentazione delle sue numerose camere, malgrado la regolarità e la bellezza della loro esecuzione, tutto questo palazzo artistico è il prodotto della secrezione di una massa mucilaginea completamente amorfa e priva di struttura! Per vero, se tutta la moderna anatomia dei tessuti animali e vegetali non appoggiasse già, e tutti i suoi risultati generali non corroborassero la nostra teoria dei plastidii, che tutto il miracolo dei fenomeni biologici e delle forme vitali debbasi ricondurre alle funzioni attive dell'amorfo plasma, i politalamii da soli dovrebbero già dare la vittoria alla nostra teoria. Qui infatti noi possiamo ad ogni

Specchio sistematico del regno dei protisti.

PROTOPHYTA (*Protista vegatalia*). — *Organismi unicellulari con fitoplasmd* (*Plasma riducente*).

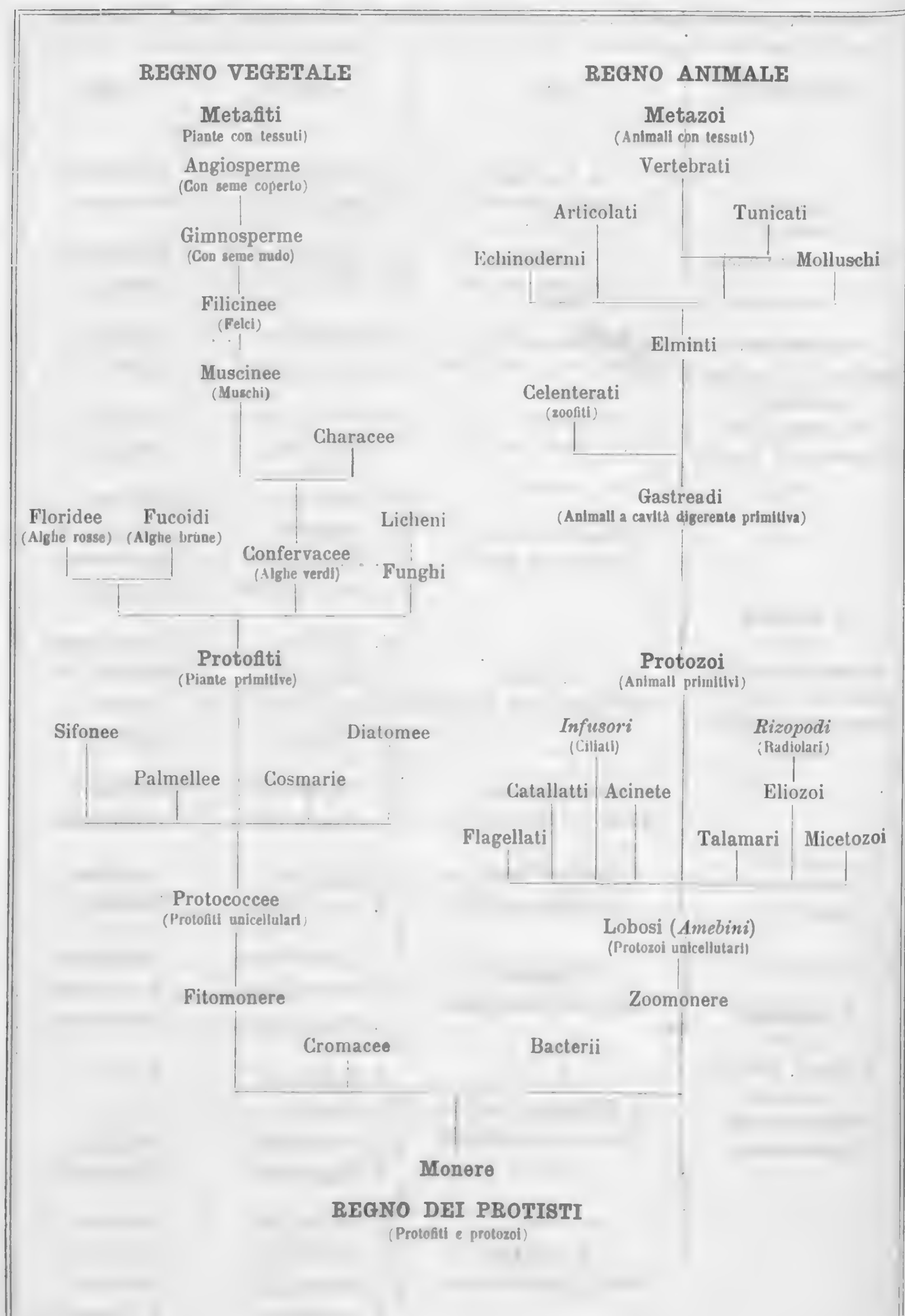
CLASSI	CARATTERI DELLA CLASSE	ORDINI	ESEMPIO
I. PHYTARCHA (Phytocytoda) Protofiti senza nucleo	I. Phitomonera Citodi senza membrana	1. Probiontes	Archibion
	I B. Chromaceae Citodi con membrana di cellulosa	2. Chrooccocceae	Chroococcus
		3. Nostochineae	Nostoc
II. DIATOMEAE (Auxosporeae)	Cellula con guscio siliceo bivalve riproducentesi per scissione	1. Coccochromia	Melosira
		2. Placochromia	Navicula
III. COSMARIAE (Desmidicae)	Cellula con invoglio di cellulosa bipartito riproducentesi per scissione	1. Closteriaceae	Eaustrum
		2. Desmidiaceae	Desmidium
IV. PALMELLARIAE (Palmellaceae)	Cellula con membrana di cellulosa semplice (generalmente sferica o tonda) riproduzione per spore vaganti	1. Protococceae	Protococcus
		2. Xanthelleae	Zooxanthella
		3. Calcocyteae	Rhabdosphaera
V. SIPHONEAE (Coeloblastae)	Cellula molto grande imitante l'aspetto di piante superiori con molti nuclei (Pseudocormus)	1. Botridiaceae	Botrydium
		2. Codiaceae	Codium
		3. Caulerpaceae	Caulerpa

Specchio sistematico del regno dei protozoi.

PROTOZOA (*Protista animalia*). — *Organismi unicellulari con zooplasma* (*Plasma ossidante*).

CLASSI PRINCIPALI	CLASSI	ORDINI	ESEMPI
I. ZOARCHA (Zoocitoda) Protozoi senza nucleo	**1. Zoomonera** Con pseudopodii	1. Lobomonera	Protamoeba
		2. Rhizomonera	Protomyxa
	2. Bacteria Senza pseudopodii	1. Sphaerobacteria	Micrococcus
		2. Rhabdobacteria	Bacillus
II. CYTARCHA Semplicissimi animali unicellulari con o senza piedi (pseudopodi) lobosi	**3. Lobosa** (Amoebina) Cellule con piedi lobosi	1. Gymnolobosa	Amoeba
		2. Thecolobosa	Arcella
	4. Gregarinae (Sporozoa) Cellule senza piedi lobosi	1. Monocystida	Monocystis
		2. Polycystida	Didimophyes
III. INFUSORIA (Infusori) Animali unicellulari con moto ciliare (con flagelli o ciglia vibratili)	**5. Flagellata** (Mastigophora) Cellule con flagelli	1. Mastigiata	Euglena
		2. Catallacta	Magosphaera
		3. Dinoflagellata	Peridinium
		4. Cistoflagellata	Noctiluca
	6. Ciliata Cellule con ciglia vibratili	1. Holotricha	Paramoecium
		2. Heterotricha	Stentor
		3. Hypotricha	Euplotes
		4. Peritricha	Vorticella
	7. Acinetae (Suctoria) Cellule con tubi succiatori	1. Monacinetae	Podophrya
		2. Synacinetae	Dendrosoma
IV RHIZOPODA (Sarcodina) Rizopodi, animali unicellulari con pseudopodii (Reticularia)	**8. Mycetozoa** (Mixomicetes) Con vescica sporifera	1. Physareae	Aethalium
		2. Lycogaleae	Lycogala
	9. Heliozoa Con sostanza midollare	1. Aphrothoraca	Actinophrys
		2. Chalarothoraca	Acanthocystis
		3. Desmothoraca	Hedriocystis
	10. Thalamaria (Foraminifera) Senza capsula centrale	1. Monostegia	Gromia
		2. Polystegia	Miliola
		3. Monothalamia	Lagena
		4. Polythalamia	Polystomella
	11. Radiolaria Con capsula centrale	1. Spumellaria	Haliomma
		2. Acantharia	Dorataspis
		3. Nassellaria	Podocyrtis
		4. Phaeodaria	Aulosphaera

Albero genealogico del mondo organico.



istante constatare col microscopio il meraviglioso ma innegabile fatto stabilito dapprima dal Dujardin e da Max Schultze, che cioè il muco amorfo del corpo plasmatico albuminoide è capace di secretare le più eleganti, regolari e complicate costruzioni. Ciò è semplicemente una conseguenza dell'*eredità* e dell'*adattamento*. Con ciò noi riusciamo a comprendere come lo stesso muco primordiale (*Urschleim*), lo stesso protoplasma possa nel corpo degli animali e delle piante produrre le più complicate forme cellulari.

Uno stato ancor più elevato di sviluppo è raggiunto dall'organismo unicellulare nell'ultima classe di protisti, nei mirabili *radiolari* (*radiolaria*, tav. XV e XVI). Qui il corpo cellulare si differenzia in un'interna capsula centrale (con nucleo) ed un invoglio gelatinoso esterno (*calymma*). La « capsula centrale » sferica, discoide od allungata è ravvolta in uno strato plasmatico mucilagineo da cui irradiano dappertutto migliaia di finissimi fili, i pseudopodii ramificati e confluenti. Frammezzo sono sparse numerose cellule gialle che contengono granuli d'amido; son queste le simbiotiche xantelle che abbiamo ricordato antecedentemente a proposito delle palmellarie (Cfr. pag. 250 e fig. 16, I). Il più dei radiolarii possiedono uno sviluppatissimo scheletro siliceo notevole per meravigliosa abbondanza delle più eleganti e strane forme (Cfr. tav. XV e XVI e la loro spiegazione). Ora questo scheletro siliceo forma una semplice sfera traforata (fig. 16, *S*), ora un artificioso sistema di più sfere traforate concentriche rinchiuse l'una dentro all'altra e collegate da bastoncini radiali (*Spumellaria*). Per solito dalla superficie delle sfere partono eleganti aculei spesso ramificati come alberi. Altre volte l'intero scheletro risulta solo da una stella di aghi ed allora è generalmente composto di venti aculei distribuiti secondo una determinata legge matematica e riuniti in un comune punto centrale (*Acantharia*). Presso altri radiolarii ancora lo scheletro forma eleganti gusci a molte concamerazioni come nei politalamici (*Nassellaria*). Parecchi possiedono persino una conchiglia bivalve elegantemente traforata (*Phaeodaria*). Non v'ha alcun altro gruppo di organismi che sviluppi nelle sue costruzioni scheletriche una tale copia di forme fondamentali svariatissime ed una regolarità così geometrica collegate con un'architettura così elegante. Una delle forme più semplici è la *Cystidosphaera echinoides* di Nizza (fig. 16). Lo scheletro risulta qui da una semplice sfera a graticcio (*s*), la quale porta brevi aculei radiali (*a*), e che racchiude sconnessamente la capsula centrale (*c*). Dall'invoglio mucoso che circonda quest'ultima irraggiano numerosissimi e finissimi pseudopodii (*p*), che a sinistra sono in parte retratti e fusi in una massa mucilaginea agglomerata. Frammezzo sono sparse molte xantelle o « cellule gialle » simbiotiche.

I fenomeni biologici dei radiolarii non sono meno interessanti che la meravigliosa ricchezza di forme dei loro eleganti gusci silicei. La presa degli alimenti avviene dappertutto per mezzo dei pseudopodii confluenti e retrattili. Nell'oscurità molte specie tramandano una luce intensa; questa fosforescenza emana da sfere di grasso che sono contenute nella capsula centrale. La riproduzione si compie per mezzo di spore vaganti, di mobili cellule flagellate, che si formano nella capsula centrale. « Quel generale principio centrale della vita che ordinariamente vien detto *anima* e che appare come regolatore generale di tutte le funzioni vitali si presenta presso i radiolarii nella stessa semplicissima forma che presso tutti gli altri protisti unicellulari, cioè come « anima cellulare » (Cfr. la mia *Storia naturale generale dei Radiolarii*, Berlino, 1877, pag. 108-122).

Nella mia monografia di questa classe e nella relazione del *Challenger* è disegnato un migliaio di eleganti radiolarii delle forme più svariate (vedi sopra, p. 256). Miliardi

di essi vivono parte alla superficie del mare, parte sospesi in esso a diverse profondità. Le memorabili scoperte della spedizione del *Challenger* han reso noto or son pochi anni il fatto sorprendente che il fango del fondo marino, talora appunto nelle maggiori profondità (sino a 27,000 piedi), risulta in gran parte di radiolarii. Ultimamente il Dr. Rüst ha constatato che anche molte pietre (per esempio, opale e pietra focaia) risultano da conchiglie di radiolarii fossili fuse insieme. Talora i loro gusci fossilizzati si trovano accumulati in masse tali da formare intere montagne, per esempio, le isole Nicobare nell'Oceano indiano e le isole Barbade nelle Antille. Così in questa mirabile classe di protisti si avvera l'antica sentenza: *Natura in minimis maxima.*



DICIANNOVESIMA CONFERENZA

Genealogia del regno vegetale.

Il sistema naturale del regno vegetale. — Divisione del regno vegetale in sei tipi e diciotto classi. — Sottoregno delle crittogame. — Stirpe delle tallofite. — Discendenza dei metafiti dai protofiti. — Alghe (zignemacee, confervacee, fucoidi, floridee e caracee). — Funghi e licheni. — Simbiosi. — Stirpe delle piante a protallo (mesofite o protallofite). — Muschi o muscinee (epatiche, frondose). — Felci o filicinee (pteridine, calamarie, rizocarpee, selaginee). — Sottoregno delle fanerogame. — Gimnosperme. — Cicadee. — Conifere. — Gnetacee. — Angiosperme. — Monocotali. — Dicotili. — Apetale. — Coripetale. — Gamopetale. — La gradazione storica dei gruppi principali del regno vegetale considerata come prova in favore del trasformismo.

Signori!

Ogni tentativo che noi intraprendiamo col fine di riconoscere la genealogia di un gruppo maggiore o minore di organismi affini per stirpe deve dapprima appoggiarsi al « sistema naturale » di questo gruppo. Infatti, sebbene il sistema naturale dei protisti, dei vegetali e degli animali, non potrà mai essere definitivamente stabilito, ma piuttosto non corrisponderà mai che con un'approssimazione più o meno grande alla vera parentela di razza, esso conserverà nondimeno il valore prezioso di un *ipotetico albero genealogico.* Certamente i più fra i zoologi, protistologi e botanici col loro « sistema naturale » non vogliono che esprimere in stile lapidario i concetti soggettivi che ognun d'essi si fa dell'oggettiva « parentela morfologica » degli organismi. Ma in fondo, come avete visto, la vera parentela morfologica non è già altro che la necessaria conseguenza della vera « *parentela di razza* » dipendente dalle leggi dell'eredità e dell'adattamento. Perciò ogni morfologo che promuova le nostre cognizioni dal sistema naturale, nello stesso tempo, volente o nolente, promuoverà il nostro riconoscimento dell'albero genealogico. Quanto più il sistema naturale merita veramente questo nome, quanto più solidamente esso si basa sui concordi risultati dell'anatomia comparata, dell'ontogenesi e della paleontologia, con tanto maggiore sicurezza ci è lecito considerarlo come l'espressione approssimativa del vero albero genealogico.

Ricercando ora la filogenesi delle piante, noi, in omaggio a quella premessa, dovremo anzitutto gettare uno sguardo sul *sistema naturale del regno vegetale.* Oggidì esso dal più dei botanici è, in ciò che v'ha d'essenziale, ammesso in modo concordante, malgrado più o meno insignificanti divergenze nei particolari. In seguito ad esso tutto il complesso delle forme vegetali si scinde in due gruppi capitali. Questi gruppi superiori o sottoregni sono ancora gli stessi che eran stati distinti già 150 anni fa da Carlo Linneo, il fondatore della storia naturale sistematica, e che egli chiamò *crittogame* o a fioritura nascosta, e *fanerogame* o a fioritura palese. Queste ultime vennero divise da Linneo nel suo sistema artificiale delle piante, secondo le diversità

del numero, della forma e del collegamento degli stami, come pure secondo la distribuzione degli organi sessuali, in 23 differenti classi, ed a queste egli aggiunse come 24ª ed ultima classe le crittogame.

Le *crittogame*, le piante a nozze nascoste o piante senza fiori, che anticamente erano state poco osservate, colle accurate ricerche moderne hanno palesato una così grande molteplicità di forme ed una così profonda diversità nella struttura macroscopica e nella minuta che noi fra esse non dobbiamo distinguere meno di *tredici* diverse classi, mentre possiamo limitare a *cinque* le classi delle *fanerogame*. Ora queste *diciotto classi del regno vegetale* si aggruppano poi naturalmente in tal guisa che noi in complesso possiamo distinguere *sei classi principali* o *cladomi* (cioè rami) del regno vegetale. Due di queste sei classi principali spettano alle fanerogame, quattro invece alle crittogame. Come quelle diciotto classi si distribuiscano in queste sei classi principali e queste ultime nei sottoregni del regno vegetale, si vede dalla tabella data più oltre (pag. 266).

Il sottoregno delle *crittogame* può anzitutto dividersi naturalmente in due sezioni principali o stirpi che per l'interna struttura e per la forma esterna si distinguono in modo molto essenziale, cioè le *tallofite* (piante con tallo) e le *protallote* (piante con protallo); la stirpe delle *tallofite* comprende le due grandi classi principali delle *alghe*, che vivono nell'acqua, e dei funghi, che vegetano fuori dell'acqua, sulla terra, su corpi organici in decomposizione, ecc., la stirpe delle *protallote* invece contiene le due ricche classi principali dei *muschi* e delle *felci*.

Tutte le *tallofite* o piante con tallo si distinguono subito per ciò che nel loro corpo non si possono ancora distinguere i due organi morfologici fondamentali delle rimanenti piante, cioè il tronco e le foglie. Piuttosto l'intero corpo di tutte le alghe e di tutti i funghi è una massa composta di semplici cellule che vien designata col nome di *corpo fogliaceo* o *tallo*. Questo tallo non è ancora differenziato in organi assili (fusto e radice) ed in organi foliari. Per ciò, come pure per altre particolarità, le tallofite sono contrapposte a tutte le altre piante, ai due gruppi capitali delle *protallote* e delle *fanerogame*; perciò si sono anche soventi riuniti questi due ultimi gruppi sotto il nome di *cormofite* o piante a fusto. Il seguente specchietto ci mostrerà chiaro il rapporto di questi tre gruppi fra di loro in ordine ad uno di quei due diversi concetti:

I. Crittogame	A. Tallofite	I. Tallofite.
	B. Protallote	II. Cormofite.
II. Fanerogame	C. Fanerogame	

Le *cormofite*, nella cui organizzazione è già sviluppata la differenza fra organi assili (fusto e radice) ed organi foliari, costituiscono presentemente e già da lunghissimo tempo la gran massa del regno vegetale. Ma così non fu sempre. Piuttosto le cormofite e cioè non solo le fanerogame, ma anche le protallote, mancano ancora quasi affatto durante quell'età smisuratamente lunga che è l'età archeozoica o primordiale la quale forma il principio e la prima sezione principale della storia organica della terra. Voi vi ricordate che durante questo spazio di tempo si deposero gli strati del sistema laurenziano, cambriano e siluriano il cui spessore complessivo ammonta a un dipresso a 70,000 piedi. Poichè ora lo spessore di tutti gli strati più recenti che sono ad esso sovrapposti, dal devoniano sino alle sedimentazioni presenti non giunge in complesso che a 60,000 piedi, noi potremo già da ciò trarre la conclusione, verosimile anche per altri motivi, che quell'età archeolitica o primordiale possedette una durata maggiore che non tutti i tempi posteriori sino al presente. Durante tutto questo smisurato lasso

di tempo, che forse comprese molti milioni di secoli, la vita vegetale sulla nostra terra sembra esser stata rappresentata quasi esclusivamente dalla stirpe delle tallofite e specialmente dalla classe principale delle tallofite acquatiche, dalle alghe. Almeno quasi tutti i resti vegetali fossili che possiamo riferire con sicurezza all'età primordiale appartengono a questa classe principale. Tuttavia ultimamente sono stati scoperti nel sistema siluriano alcuni resti di organismi terragnoli (felci e scorpioni). Poichè anche quasi tutti i resti animali di questo enorme lasso di tempo appartengono ad animali acquatici noi ne concludiamo che per la più gran parte di esso non esistevano ancora organismi terrestri.

Già per questa ragione la prima e più imperfetta gran classe del regno vegetale, la sezione delle *alghe*, deve avere per noi un interesse affatto speciale, senza contare il grande interesse che ha per noi questa gran classe anche per altri rispetti. Malgrado che esse siano semplicissimamente composte da cellule simili o poco differenziate, le alghe mostrano tuttavia una straordinaria molteplicità di forme diverse. Appartengono ad esse da una parte i più semplici e più imperfetti di tutti i vegetali, d'altra parte delle forme molto sviluppate e particolari. Come per la perfezione e varietà della loro conformazione esterna si distinguono pure fra loro i diversi gruppi d'alghe per la grossezza del corpo. All'infimo gradino noi troviamo microscopiche conferve, al più alto giganteschi macrocisti che raggiungono una lunghezza di 300-400 piedi; essi sono fra le più lunghe di tutte le forme di vegetali. Forse anche una gran parte dei carboni fossili è formata da alghe. Se ciò non bastasse, le alghe dovrebbero attirare in modo speciale la nostra attenzione già pel solo fatto che esse costituiscono gli inizii della vita vegetale e che comprendono i più antichi stipiti di tutti gli altri gruppi di piante.

I più degli abitatori delle regioni continentali non possono farsi che un'incompletissima idea di questo interessantissimo gruppo principale del regno vegetale, poichè essi non conoscono che i loro relativamente piccoli e semplici rappresentanti che abitano le acque dolci. I fiocchetti e filamenti verdi e mucilaginei che stanno pei nostri stagni e nei trogoli dei pozzi, i rivestimenti mucosi d'un verde chiaro che si trovano su ogni sorta di legname che sia stato molto tempo in contatto coll'acqua, la schiuma giallo-verdognola che ricopre le pozzanghere nei nostri villaggi, i verdi ciuffi di filamenti capillari che dappertutto occorrono nelle acque stagnanti o correnti, sono per la massima parte composti di alghe di differenti specie. Incomparabilmente più grandiosa appare la classe delle alghe a coloro che hanno visitato le rive del mare, che sulle coste di Helgoland e dello Schleswig-Holstein hanno ammirato le enormi masse di fuchi gettati a riva o che sulle costiere del Mediterraneo hanno contemplato sul fondo stesso del mare, attraverso alle limpide onde azzurre, l'eleganza delle forme e la vivacità di tinte della vegetazione algosa. E tuttavia anche queste ricche foreste sottomarine delle coste europee non dànno che una debole idea delle colossali foreste di sargasso dell'oceano Atlantico, di quegli enormi banchi d'alghe che coprono un'area superficiale di circa 40,000 miglia quadrate e che annunziarono a Colombo nel suo viaggio di scoperta l'avvicinarsi della terra ferma. Simili foreste d'alghe, ma ben più estese vegetavano probabilmente in fitte masse nel mare primordiale, e che innumerevoli generazioni di queste alghe archeolitiche siano morte le une sopra le altre lo mostrano, fra altro, i potenti scisti alluminiferi del siluriano svedese la cui particolare composizione deve essenzialmente esser dovuta a quelle masse di alghe sottomarine. Secondo il parere di alcuni geologi, persino una gran parte degli strati di carbon fossile è nata dai cadaveri vegetali accumulati delle foreste di alghe marine.

Noi distinguiamo nella gran classe delle alghe cinque diverse classi, cioè: 1° alghe primitive o zignemacee; 2° alghe verdi o confervacee; 3° alghe brune o fucoidi; 4° alghe rosse o floridee; 5° alghe-muschi o characee. I più fra i botanici collocano al principio il gruppo delle *piante primitive* (*protophyta*), quelle semplicissime ed imperfettissime fra tutte le piante che noi abbiamo già considerato superiormente come *protisti vegetali* nelle conferenze XVII e XVIII (cfr. pag. 238 e 249). È indubitato che appartengono a questi protofiti quegli antichissimi vegetali che han dato origine a tutte le altre piante. Ma, per le ragioni colà esposte, sembra più conveniente di collocare questi « *vegetali unicellulari* » al principio delle piante pluricellulari formanti tessuti, opponendoli così a questi *metafiti*. Il fatto che entrambi questi gruppi principali sono collegati fra loro immediatamente per molte forme di passaggio non può fare difficoltà. Esso dà solo una novella prova della verità della teoria della discendenza, e ci indica la via filogenetica per cui da *alghe unicellulari* son nati i *metafiti*.

Quest'origine dei metafiti dai protofiti è sicuramente prolifiletica, cioè diversi gruppi di piante unicellulari a tallo (alghe) si sono sviluppati indipendentemente da varii diversi gruppi di protofiti unicellulari. Così specialmente le *zignemacee* son nate dalle eleganti cosmarie (closterie e desmidiacee) più sopra considerate, esse concordano fra loro nella particolare formazione della clorofilla e nella copulazione, ond'è che

Specchio sistematico delle sei grandi classi e delle diciotto classi del regno vegetale.

SOTTOREGNI DEL REGNO VEGETALE	GRANDI CLASSI O CLADOMI DEL REGNO VEGETALE	CLASSI DEL REGNO VEGETALE
A. TALLOFITE o TALLOTE	I. Alghe (Phycophyta)	1. Zignemacee
		2. Confervacee
		3. Fucoidee
		4. Floridee
		5. Characee
	II. Funghi (Inophyta)	6. Miceti
		7. Licheni
B. MESOFITE o PROTALLOTE	III. Muschi (Bryophyta)	8. Epatiche (Thallobrya)
		9. Frondose (Phyllobrya)
	IV. Felci (Pteridophyta)	10. Pteridine (Filices)
		11. Rhizocarpee (Hydropteridae)
		12. Calamarie (Equisetinae)
		13. Selaginee (Lycopodinae)
C. ANTOFITE o FANEROGAME	V. Gimnosperme	14. Cicadee
		15. Conifere
		16. Gnetacee
	VI. Angiosperme	17. Monocotili
		18. Dicotili

vengono messe insieme sotto la designazione di « coniugate ». D'altra parte è probabile che i comuni filamenti acquatici verdi (*confervacee*) e le affini lattughe di mare (*ulvacee*) espanse a foglia, sian nate da un gruppo di sifonee, o da un più antico gruppo di palmellarie stipite comune di entrambe.

Questi ed i più prossimi gruppi di alghe vengono ora per solito riuniti insieme sotto il nome di *confervacee* (*alghe verdi* o *chlorophyceae*). Esse sono tutte vivamente colorate in verde della stessa sostanza colorante, clorofilla, che colora pure in verde le foglie di tutti i vegetali superiori. A questa classe appartengono, oltre ad un gran numero di alghe marine inferiori, la maggior parte delle alghe d'acqua dolce, i comuni filamenti acquatici o conferve, le ulve o lattughe di mare di color verde-chiaro ed infine numerose alghe microscopiche che, accumulate in dense masse, rivestono d'una mucilagine verde-chiara ogni sorta di oggetti giacenti nell'acqua, legno, pietre, ecc., ma che però per la composizione ed il differenziamento del loro corpo si elevano già al disopra dei semplici protofiti. Poichè le confervacee, come le zignemacee, hanno per solito un corpo molto molle, esse erano raramente capaci di fossilizzarsi. Probabilmente però queste due classi di alghe erano già riccamente sviluppate durante l'età primordiale. Entrambe devono già nel periodo laurenziano aver popolato colla massima molteplicità di forme le acque dolci e salate della terra.

Nella classe delle *fucoidi* (*alghe brune o nere*, *phaeophyceae*) la gran classe delle alghe raggiunge il suo massimo grado di sviluppo, almeno per ciò che riguarda le dimensioni. Il colore caratteristico delle fucoidi è per solito un bruno più o meno scuro, ora tendente piuttosto al verde-oliva e al verde-giallognolo, ora passante al rosso-bruno e al nero. Qui stanno le più grandi di tutte le alghe, le quali in pari tempo sono le più lunghe di tutte le piante: fra queste alghe colossali, la *Macrocystis pyrifera*, per esempio, delle coste californiesi raggiunge una lunghezza di 400 piedi. Ma anche fra le nostre alghe indigene le forme più ragguardevoli appartengono a questo gruppo, così per esempio la magnifica alga zuccherina (*Laminaria*) i cui talli mucilaginei color verde-oliva somiglianti a gigantesche foglie lunghe 10-15 piedi e larghe $^1/_2$-1 piede son rigettate in grandi masse sulla riva del mare del Nord e del Baltico. Molto comune nei nostri mari è la quercia marina (*Fucus vesiculosus*) il cui fogliame ripetutamente biforcato vien mantenuto natante nell'acqua da molte vescicole d'aria che vi son racchiuse (come in molte altre fucoidi). Nell'oceano Atlantico gli enormi banchi galleggianti del mare dei Sargassi son formati dal *Sargassum bacciferum*. Sebbene ogni individuo di questi grandi alberi d'alga sia composto di molti milioni di cellule, tuttavia al principio della sua esistenza esso risulta, come tutte le piante superiori, da una sola cellula, un semplice uovo. Questo uovo è per esempio nel nostro comune fuco vescicoloso una cellula nuda, e come tale è estremamente simile alle uova nude di animali marini inferiori, per esempio, delle meduse (fig. 19).

Solo la diversa composizione chimica e struttura molecolare del plasma determina la differenza specifica dello sviluppo. Durante l'età primordiale le fucoidi han probabilmente composto in gran parte le caratteristiche foreste d'alghe di questo interminabile spazio di tempo. I resti fossili che ce ne son conservati (sopratutto del periodo siluriano) non possono darcene certamente che un debole concetto poichè le forme di queste alghe, come quelle del più delle altre, si adattano male ad essere conservate in istato fossile. Tuttavia, come abbiam visto, una gran parte dei carboni fossili è forse costituita da esse.

Meno importante è la quarta classe di alghe, quella delle *floridee* (alghe rosa o rosse, *rhodophyceae*). È vero che anche questa classe spiega una grande ricchezza di

svariate forme. Ma le più fra esse han grandezza molto minore delle fucoidi. Del resto come perfezione e differenziamento di forma esterna esse non la cedono certamente a queste ultime, anzi sotto molti rapporti le sorpassano. Ad esse appartengono le più belle e più eleganti di tutte le alghe, le quali tanto per la fina suddivisione dei loro corpi foliacei come per la pura e tenera colorazione rossa appartengono alle piante più seducenti. Il caratteristico color rosso è ora un purpureo cupo, ora un infocato scarlatto, ora un rosa tenero, e passa da un lato nel violetto e nell'azzurro purpureo, dall'altra in tinte brune e verdi con meravigliosa magnificenza. Chi ha visitato una volta le nostre stazioni balnearie marine del nord avrà già certo contemplato con ammirazione le incantevoli forme di queste floridee, le quali, elegantemente disseccate su carta bianca sono spesso offerte in vendita. Disgraziatamente le più fra le floridee son così tenere che esse non sono affatto fossilizzabili, così le splendide ptilote, plocamie, delesserie, ecc. Vi son tuttavia alcune forme, come le chondrie e gli sferococchi che hanno un tallo più resistente, spesso quasi cartilagineo; di queste ci sono stati conservati varii resti pietrificati, specialmente del siluriano, devoniano e carbonifero e più tardi del giurassico. Probabilmente anche questa classe ricca di forme ebbe parte molto importante nella composizione della flora algacea archeolitica.

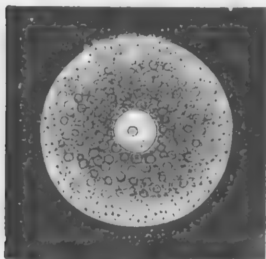
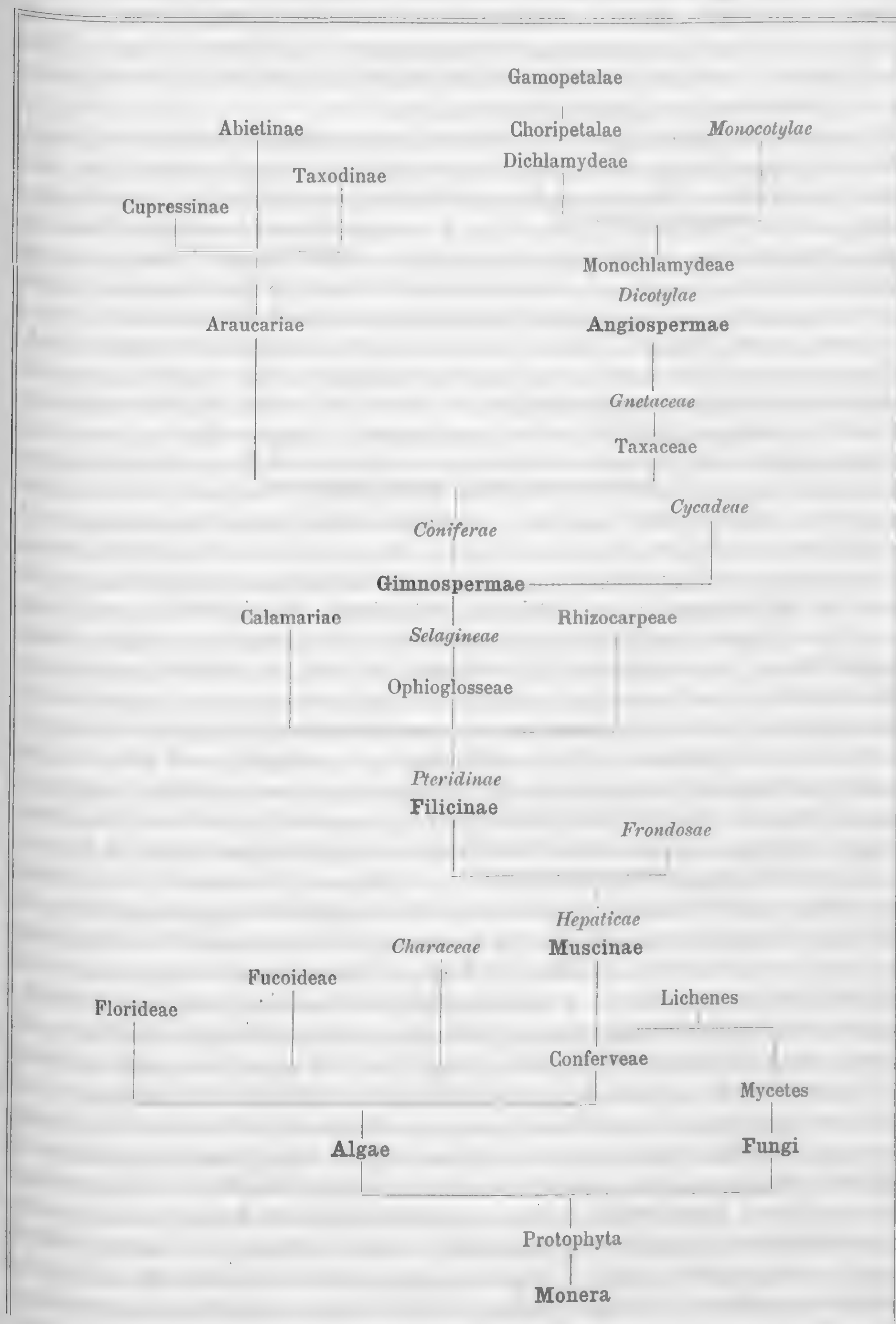


Fig. 19.
L'uovo del comune *Fucus vesiculosus*, semplice cellula nuda fortemente ingrandita.
In mezzo alla nuda sfera di protoplasma traspare il nucleo più chiaro.

La quinta ed ultima classe delle alghe è formata dalle *Caracee* (alghe-muschi). Ad essa appartengono le Putere (*Chara*) e le Nitelle (*Nitella*) simili ad alghe le quali coi loro steli verdi filiformi circondati da verticilli di rami biforcati formano spesso fitti banchi nei nostri stagni e nelle nostre pozzanghere. Da una parte le caracee per la struttura anatomica, specialmente per quella degli organi riproduttori, si avvicinano ai muschi e recentemente vennero immediatamente collegate ad essi. D'altra parte, per molti caratteri esse stanno molto al disotto dei veri muschi, e si rannodano piuttosto alle confervacee od alghe verdi. Le si potrebbero dunque ben considerare come discendenti superstiti e particolarmente modificati di quelle confervacee da cui si son svolti i veri muschi. Del resto le caracee sono per molte particolarità così diverse dalle altre piante che molti botanici le considerano separatamente come una sezione principale del regno vegetale.

Per ciò che riguarda i rapporti di parentela delle diverse classi di alghe fra di loro e colle altre piante, è ad ogni modo certo che i già descritti *protofiti* formano le radici comuni dell'albero genealogico non solo delle diverse classi di alghe, ma ancora di tutto il regno vegetale. Al principio della vita organica non poterono esser nati per generazione spontanea che dei *probionti*, granuli di fitoplasma o nude monere vegetali. Presumibilmente già al principio del periodo laurenziano si svilupparono da queste dapprima dei lepocitodi pel fatto che il plasma nudo e senza struttura delle monere si indurì superficialmente a mo' di crosta, o secretò un invoglio. Più tardi da questi lepocitodi si saran svolte vere cellule vegetali pel differenziarsi interno di un nucleo dalla circostante sostanza della cellula o citoplasma. Probabilmente le nostre moderne *alghe unicellulari* (cosmarie, palmellarie, ecc.), non sono che un piccolo residuo dello svariato regno di protofiti che popolava quei mari laurenziani. Le tre classi delle confervacee, fucoidee e floridee son forse tre diverse stirpi che indipendentemente l'una dall'altra son nate dalla comune radice dei protofiti e che poi (ognuna per sè) si sono

Albero genealogico monofiletico del regno vegetale.



sviluppate e ramificate variamente in ordini e famiglie. Le fucoidi e floridee non hanno alcuna stretta affinità colle rimanenti classi del regno vegetale. Queste ultime sono piuttosto nate dalle confervacee. Probabilmente da un lato i muschi (da cui più tardi si sono svolte le felci) si sono originati da un gruppo di confervacee, i funghi, d'altra parte, possono esser discesi direttamente dei protofiti. Ad ogni modo le fanerogame si son svolte molto più tardi dalle felci (cfr. p. 269).

Come seconda classe principale del regno vegetale noi abbiamo sopra citato i *funghi* (*fungi*) o piante filamentose (*inophyta*). Intendiamo sotto questo nome le due classi affini fra loro dei veri funghi (*mycetes*) e dei licheni (*lichenes*). Anche queste classi si distinguono dagli altri metafiti per ciò che il loro molle corpo è composto di un fitto feltro di lunghissime cellule filamentose speciali molteplicemente intrecciate od *ifi*. Tanto la struttura, come l'accrescimento di questi ifi privi di clorofilla, come il modo di riproduzione sono essenzialmente differenti da quelli degli altri metafiti.

I veri *funghi* (*fungi* o *mycetes*) sono spesso erroneamente (dai tedeschi, trad.) chiamati spugne (*Schwamme*), e così scambiati colle vere spugne animali. Con queste tuttavia esse non hanno alcuna relazione. Per contro essi hanno in parte strette relazioni di parentela colle alghe inferiori; specialmente i *funghi-alghe* o *phycomycetes* (le saprolegnie e peronosporee) differiscono essenzialmente dalle già descritte sifonee (vaucherie e caulerpe) solo per la mancanza di clorofilla. D'altra parte però tutti i veri funghi hanno molti caratteri peculiari e, sopratutto pel loro modo di nutrizione, differiscono spiccatamente dalla maggior parte delle altre piante. Le altre piante vivono per la massima parte di nutrimento anorgico, di combinazioni semplici che esse trasformano in più complesse; esse producono protoplasma combinando l'acqua, l'acido carbonico e l'ammoniaca. Esse assorbono acido carbonico ed emettono ossigeno. Invece i funghi vivono, come gli animali, di nutrimento organico, di granuli di plasma e di altre complicate combinazioni del carbonio che essi prendono da altri organismi per poi scomporle. Essi assorbono ossigeno ed emettono acido carbonico come gli animali. Inoltre essi non producono mai la clorofilla che è così caratteristica nel più delle altre piante. Così pure essi non producono sinteticamente nè plasma, nè amido. Perciò degli eminenti botanici han già ripetutamente fatto la proposta di allontanare interamente i funghi dal regno vegetale e di collocarli come uno speciale terzo regno fra il regno animale e quello vegetale. La stretta affinità, cui abbiamo già accennato, dei ficomiceti colle sifonee (specialmente delle saprolegnie colle vaucherie) fa supporre che una parte dei funghi sia nata da queste ultime. Per adattamento alla vita parassitica il fitoplasma dell'alga si trasformò nel zooplasma del fungo, e questa mutazione nel ricambio di materia ebbe per conseguenza le più importanti trasformazioni posteriori. Probabilmente diversi gruppi di funghi son nati polifileticamente da differenti gruppi di protofiti.

Uno dei più rimarchevoli gruppi di vegetali è sotto il rapporto filogenetico, quello dei *licheni* (*lichenes*). Infatti le sorprendenti scoperte degli ultimi decenni hanno insegnato che propriamente ogni lichene è composto di due vegetali interamente diversi, da un'*alga inferiore* (*nostochaceae, chroococcaceae*) e da un *fungo* parassita (*ascomycetes*); quest'ultimo vive parassiticamente sulla prima e vive delle materie assimilate che essa elabora. L'alga invece riceve protezione ed abitazione dal suo parassita amico. Questa relazione è dunque di reciproca utilità e viene giustamente chiamata *simbiosi* (vita in comune). Tali *simbionti* occorrono pure in molte altre classi (cfr. p. 250). Le cellule verdi munite di clorofilla (gonidii) che si trovano in ogni lichene appartengono all'alga. Invece i fili incolori (ifi) che fittamente intrecciati formano la massa principale

del corpo del lichene appartengono al fungo parassita. Sempre però le due forme vegetali, fungo ed alga, che si considerano tuttavia come appartenenti a due classi affatto differenti sono così strettamente collegate l'una all'altra e così intimamente fuse che ognuno considera i licheni come un organismo unitario. Inoltre ogni lichene ha la sua propria specie e forma di accrescimento.

I più dei licheni formano sulle pietre, sulle corteccie degli alberi, ecc. dei rivestimenti incrostanti più o meno inconspicui, informi o singolarmente frastagliati. Il loro colore passa per tutte le gradazioni possibili dal bianco più puro, pel giallo, rosso, verde e bruno sino al nero più scuro. Molti licheni sono importanti nell'economia della natura perchè essi possono stabilirsi nei siti più aridi e più sterili sui quali nessuna altra pianta può vivere. La dura lava nera che nelle località vulcaniche ricopre molte miglia quadrate di suolo e che spesso per molti secoli si oppose ostinatamente allo stabilirvisi di qualsiasi vegetazione vien sempre dapprima vinta dai licheni. Sono bianchi o grigi licheni delle roccie (*Stereocaulon*) quelli che sui più aridi e morti campi di lava cominciano la fertilizzazione del nudo suolo roccioso e lo conquistano per la vegetazione superiore che verrà in seguito. I loro corpi morti formano la prima terra vegetabile in cui possono poi prender piede solidamente i muschi, le felci e le fanerogame. Inoltre i tenaci licheni son meno sensibili di tutte le altre piante alle inclemenze climatiche. Perciò le loro secche croste rivestono le nude roccie anche nelle più alte regioni montagnose in gran parte coperte di eterna neve nelle quali nessuna altra pianta può resistere.

La seconda gran divisione del regno vegetale è formata del ricco gruppo delle *protallote* o piante a protallo (*prothallota o prothallophyta*), chiamate da altri crittogame fillogoniche in opposizione alle crittogame tallogoniche o tallofiti. Le si potrebbero anche chiamare *metafiti* o piante intermedie (*metaphyta*), poichè esse dal lato morfologico e filogenetico assumono una posizione intermedia fra le inferiori tallofite e le superiori fanerogame. Questa sezione comprende le due gran classi dei *muschi* e delle *felci*. Qui noi incontriamo già generalmente sparso (salvo in alcuni degli infimi gradi) il differenziamento del corpo vegetale in due diversi organi fondamentali, organi assili (cioè fusto e radice) e foglie (od organi laterali). In ciò le protallote rassomigliano già alle fanerogame perlocchè recentemente si riuniscono soventi a queste sotto il nome di *cormofiti* (*cormophyta*). D'altra parte i muschi e le felci rassomigliano alle tallofite per la mancanza di fiori e di semi e perciò Linneo le aveva messe con queste fra le crittogame opponendo questo gruppo alle piante con fiori e semi (fanerogame od antofite).

Sotto il nome di *protallote* noi riuniamo i muschi e le felci perchè in entrambi questi gruppi fra loro affini ha luogo nello sviluppo individuale una particolare e caratteristica alternanza di generazioni. Ogni specie cioè appare in due diverse generazioni di cui l'una si chiama per solito *protallo* o *progerme*, mentre l'altra vien considerata come la vera arborescenza o *cormo* del muschio o della felce. La prima generazione, il protallo (detto anche protallio o protonema) sta ancora a quel grado inferiore di sviluppo in cui le tallofite rimangono per tutta la vita, cioè non sono ancora distinti organi assili ed organi foliari e tutto il corpo cellulare del protallo rappresenta un semplice tallo. La seconda e più perfetta generazione dei muschi e delle felci, il cormo, forma un corpo di organizzazione ben superiore che, come nelle fanerogame, è differenziato in fusto e foglie: sono eccettuati i muschi inferiori in cui anche questa generazione rimane ancora allo stato inferiore dell'originario tallo. Fatta eccezione da

questi ultimi, la prima generazione, il progerme talliforme nei muschi e nelle felci produce sempre una seconda generazione con fusto e foglie; questa riproduce poi di nuovo il tallo della prima generazione e così via. Per ciò, come nella solita generazione alternante semplice degli animali, la prima generazione è uguale alla terza, quinta, ecc., la seconda invece alla quarta, sesta e così via (cfr. sopra p. 111).

Delle due gran classi delle protallote, quella dei muschi rimane in generale in un grado di sviluppo molto più basso che le felci e forma così, per mezzo delle sue forme inferiori (sopratutto dal punto di vista anatomico) il passaggio dalle tallofite, e specialmente dalle alghe, alle felci. La connessione genealogica dei muschi colle felci, la quale è per tal modo accennata, si può verificare solo fra le forme più imperfette di queste due grandi classi. I gruppi più perfetti ed elevati dei muschi e delle felci non hanno alcun rapporto fra di loro e si sviluppano in due direzioni opposte. In ogni caso i muschi son nati direttamente da tallofiti, verosimilmente da alghe verdi o clorofìcee. Le felci invece discendono probabilmente da ignote muscinee estinte che erano molto affini alle odierne epatiche inferiori. Per la storia della creazione le felci hanno di gran lunga maggior importanza che i muschi.

La gran classe dei *muschi* (*muscinae* o *bryophyta*) comprende le piante più basse ed imperfette del gruppo dei mesofiti, le quali sono ancora prive di vasi. Per solito il loro corpo è così delicato e fugace che si adatta malissimo ad esser conservato in modo riconoscibile allo stato fossile. Perciò i resti fossili di qualunque classe di muschi son rari ed insignificanti. Probabilmente i muschi si sono sviluppati dalle tallofite e propriamente dalle confervacee molto di buon'ora. Il protallo di molti muschi riproduce ancora oggidì la forma della verde conferva. Forme acquatiche intermedie fra le conferve ed i muschi esistevano probabilmente già nell'età primordiale, e forme terragnole nel periodo siluriano. Le muscinee dell'età presente, dalla cui perfezione progressivamente diversa l'anatomia comparata può trarre qualche conclusione rispetto alla loro filogenesi, si dividono in due diverse classi, cioè nelle *epatiche* e nelle *frondose*.

La prima e più antica classe di muscinee che si rannoda immediatamente alle confervacee è quella delle *epatiche* (*hepaticae* o *thallobrya*). I muschi di questa classe son per solito pianticelle piccole ed incospicue ma graziose. Le loro infime forme possiedono ancora in entrambe le generazioni un tallo semplice come le tallofite, così per esempio le riccie e marcanzie. All'incontro le epatiche superiori, le jungermannie ed affini, cominciano a differenziarsi in fusto e foglie, e le più elevate si rannodano immediatamente alle frondose. Le epatiche con questa transizione mostrano la loro diretta discendenza dalle tallofite e propriamente dalle confervacee.

Quei muschi che soli sono generalmente noti ai profani, e che anche in realtà formano la parte principale di tutta questa gran classe, appartengono alla seconda classe, quella dei muschi a foglie (*frondosae* o *phyllobrya*). Appartengono alle frondose la maggior parte di quelle eleganti pianticelle che riunite in fitti gruppi formano un tappeto muschioso di splendore sericeo nei nostri boschi o che anche, unite alle epatiche ed ai licheni, rivestono le corteccie degli alberi. Nell'economia della natura essi hanno la massima importanza come serbatoi che trattengono accuratamente la umidità. Dove l'uomo dibosca e sradica senza riguardo le foreste, là cogli alberi spariscono anche i muschi che coprono la loro corteccia o che riparati sotto la loro ombra rivestono il suolo e riempiono le lacune fra le piante più grosse. Ora coi muschi spariscono anche gli utili serbatoi che raccolgono la pioggia e la rugiada e la conservano pel tempo della siccità. Tutto il clima ne vien peggiorato. Ne nasce un'irreparabile

aridità del suolo che impedisce la venuta di qualsiasi utile vegetazione. Nella massima parte dell'Europa meridionale, in Grecia, Italia, Sicilia, Spagna coll'improvvido sradicamento delle foreste furono distrutti i muschi e così il suolo è stato privato della sua utile provvista di umidità; le terre che una volta erano le più floride ed ubertose si sono trasformate in aridi deserti. Disgraziatamente anche in Germania questa rozza barbarie prende ora, ai nostri danni, sempre più piede. Probabilmente i piccoli muschi frondosi hanno avuto quel còmpito straordinariamente importante già da lunghissimo tempo, forse dal principio dell'età primaria. Poichè però i loro corpi delicati son così poco adatti come quelli degli altri muschi ad essere conservati riconoscibilmente allo stato fossile, così la paleontologia non può darci su ciò alcuna notizia.

Molto più che sui muschi sappiamo dalla paleontologia riguardo alle felci. Questa seconda classe principale delle protallofite ha avuto una straordinaria importanza per la storia del mondo vegetale. Le *felci*, o più esattamente, le « piante felciformi » (*filicinae* o *pteridophyta*, dette anche « crittogame vascolari ») durante un lasso di tempo straordinariamente lungo, cioè durante tutta l'età primordiale o paleolitica, formano la gran massa del regno vegetale tanto che si può appunto chiamarla l'« età delle foreste delle felci ». Dopochè già nel periodo siluriano alcune felci terrestri erano apparse (*Eopteris*), durante il deporsi degli strati devoniani, carboniferi e permiani le piante felciformi preponderarono tanto sulle rimanenti che quella designazione di quest'età è realmente ben giustificata. Nei suddetti sistemi di strati, sopratutto però negli strati straordinariamente potenti del carbonifero noi troviamo resti di felci così numerosi e in parte ben conservati che noi possiamo farci un'idea abbastanza viva della particolarissima flora terrestre dell'età paleolitica. Nell'anno 1855 il numero complessivo delle specie di piante paleolitiche allora conosciute arrivava a circa un migliaio, e fra queste non si trovavano meno di 872 piante felciformi. Fra le rimanenti 128 specie si trovavano 77 gimnosperme (conifere e cicadee), 40 tallofite (in gran parte alghe) e circa 30 cormofite di dubbia determinazione.

Come abbiamo già osservato, le felci si sono probabilmente sviluppate da epatiche inferiori, e ciò durante il periodo siluriano. Nella loro organizzazione le felci si elevano già notevolmente al disopra dei muschi e, nelle loro forme superiori, si rannodano già alle fanerogame. Mentre nei muschi tutto il corpo è ancora composto, come nelle tallofite, da cellule abbastanza simili, poco o nulla differenziate, si sviluppano già nel tessuto delle felci quei cordoni di cellule peculiarmente differenziati che si designano col nome di vasi vegetali e fasci vascolari, e che occorrono anche generalmente nelle fanerogame. Perciò si riuniscono anche le felci, come « crittogame vascolari » alle fanerogame e si oppongono queste « piante vascolari » alle « piante cellulari », cioè alle « crittogame cellulari » (muschi e tallofiti). Quest'importantissimo progresso nell'organizzazione delle piante, la formazione di vasi e di fasci vascolari, ebbe dunque luogo la prima volta nel periodo siluriano. (Cfr. tav. XVII e la sua spiegazione più sotto in appendice).

La classe principale delle felci o filicinee si divide in quattro diverse classi, cioè: 1° le pteridine o felci foliacee; 2° le rizocarpee o felci acquatiche; 3° le calamarie o felci a stelo; 4° le selaginee o felci squamose. Di gran lunga la più importante e più ricca di forme, quella che costituiva per la maggior parte le foreste paleolitiche è la classe delle pteridine, dopo essa viene quella delle selaginee. All'incontro fin d'allora le calamarie stavano al disotto di queste due grandi classi e delle rizocarpee non sappiamo nemmeno con certezza se già allora vivessero. È difficile farci un'idea del peculiarissimo carattere di quelle tetre foreste di felci del periodo carbonifero in cui

tutta la variopinta fioritura della nostra flora presente mancava ancora completamente e che non erano ancora animate da alcun uccello, da alcun mammifero (cfr. tav. XVII). Delle fanerogame non esistevano allora che le infime classi, le gimnosperme (conifere e cicadee) con fiori affatto inconspicui simili ad archegonii.

Come il gruppo stipite delle felci, quello che si è primo sviluppato dalle epatiche, devesi considerare la classe delle felci in stretto senso, quella delle felci foliose o felci a ventaglio (*filices* o *pteridinae*, dette anche *phyllopterides*). Nella flora presente delle nostre zone temperate questa classe non ha che un'importanza secondaria, non essendo qui rappresentata per solito che delle inferiori *felci erbacee* senza fusto. Nella zona torrida invece, sopratutto nelle umide e calde foreste delle regioni tropicali essa si rileva ancora oggidì sino a formare le meravigliose felci arboree palmiformi dall'alto fusto. Queste belle felci arborescenti dell'età presente, ornamento principale delle nostre serre, non possono però darci che una debole idea delle maestose e splendide felci foliacee dell'età primaria, i cui potenti tronchi stretti l'uno all'altro formavano intere foreste. Si trovano sopratutto questi tronchi accumulati in masse l'uno sull'altro negli strati di carbon fossile dell'età carbonifera, e fra essi delle impronte perfettamente conservate degli eleganti ventagli o foglie che riuniti in fasci ad ombrello coronavano il vertice del tronco. La semplice o molteplice composizione o pennatura di questi ventagli, l'elegante corso delle nervature ramificate o fasci vascolari, nella loro tenera foglia, si può ancora nelle impronte delle felci paleolitiche riconoscere così nettamente come nelle foglie delle felci attuali. Inoltre si possono ancora persino riconoscere chiaramente gli ammassi di frutti che sono distribuiti della pagina inferiore della fronda. Dopo il periodo carbonifero la predominanza delle pteridine andò già diminuendo e già verso la fine dell'età secondaria esse non rappresentavano più che una parte quasi tanto subordinata come al presente.

Dalle felci foliacee o pteridine sembrano essersi sviluppate come tre rami divergenti le calamarie, le ofioglossee e le rizocarpee (cfr. p. 269). Di questi tre gruppi è rimasto all'infimo grado quello delle *calamarie* (*calamariae*, dette anche *equisetinae* o *calamophyta*). Esse comprendono tre diversi ordini di cui un solo vive ancora al presente, cioè quello delle *equisetacee*. I due altri ordini, le *calamitee* e le *asterofillitee* sono da gran tempo estinti. Tutte le calamarie si distinguono per un lungo calamo, fusto o tronco cavo ed articolato al quale i rami e le foglie, quando siano presenti, si inseriscono a verticillo attorno agli articoli del fusto. I vuoti articoli sono distinti l'uno dall'altro da tramezzi orizzontali. Nelle calamiti ed equiseti la superficie è percorsa da coste parallele longitudinali come in una colonna scanalata e l'epidermide contiene tanta silice che può essere adoperata per levigare. Nelle asterofilliti i verticilli di foglie riunite a stella erano più sviluppati che negli altri due ordini. Presentemente delle calamarie non vivono più che le specie poco vistose di equiseti delle nostre paludi e dei nostri prati, mentre questo gruppo in tutte l'età, primaria e secondaria, era rappresentato da grandi alberi del genere *Equisetites*. Un superstite di questi giganteschi equiseti arborei vive ancora oggidì presso Quito nell'America del Sud (*Equisetum giganteum*). Ai più prossimi affini di essi appartengono gli estinti *Calamites* il cui poderoso tronco raggiungeva un'altezza di circa 50 piedi. L'ordine delle *asterofilliti* invece conteneva piccole, eleganti piante di forma molto singolare, e rimase esclusivamente limitato all'epoca primaria (Cfr. tav. XVII, lato sinistro).

Meno nota di tutte ci è la storia della terza classe, quella delle *felci acquatiche* (*Rhizocarpeae* o *Hydropterides*). Per la loro struttura queste felci viventi nell'acqua

dolce si rannodano da una parte alle pteridine, dall'altra alle selaginee. Ad esse appartengono le mal note salvinie, marsilee e pilularie delle acque dolci della nostra patria ed infine le maggiori azolle degli stagni tropicali. Il più delle rizocarpee hanno delicata consistenza e perciò son poco adatte ad essere pietrificate. Da ciò proviene forse che i loro resti fossili siano così rari e che i più antichi fra essi che ci siano conosciuti siano stati trovati nel giurassico. È probabile però che questa classe sia molto più antica e che si sia già sviluppata durante l'età paleolitica, per adattamento alla vita acquatica, da altre felci.

Come classe distinta di felci sono talora considerate le *felci linguiformi* (*ophioglossae* o *glossopterides*). Per solito queste felci, cui appartiene fra i nostri generi indigeni, oltre all'*Ophioglossum* anche il *Botrychium*, vengono considerate solo come una piccola suddivisione delle pteridine. Esse meritano però di essere considerate particolarmente perchè esse rappresentano una forma importante, filogeneticamente intermediaria fra le pteridine e le licopodine e che perciò sono anche da annoverarsi fra gli antenati diretti delle fanerogame.

L'ultima e più elevata classe di felci è formata dalle *felci squamose* (*lycopodinae*, dette anche *lepidophyta* o *selagineae*). Come le ofioglossee dalle pteridine, così anche le selaginee son nate più tardi dalle ofioglossee. Le selaginee si elevarono nello sviluppo sopra tutte le altre felci e formano già il passaggio alle fanerogame che da esse cominciarono la loro evoluzione. Esse avevano dopo le pteridine la massima parte nella costituzione delle foreste di felci del periodo carbonifero. Anche questa classe contiene, come quella delle calamarie, tre ordini strettamente affini, sebbene diversi sotto varii rapporti, di cui un solo è ancora in vita mentre i due altri si son già estinti verso la fine dell'età carbonifera. Le selaginee ancora oggi viventi appartengono all'ordine delle licopodiacee. Sono per solito piccole ed eleganti pianticelle simili a muschi, il cui fusto delicato, strisciante sul suolo in molte spire a mo' di serpe e ramificato è fittamente ravvolto da foglioline squamiformi coprentisi a mo' di embrici. Gli eleganti licopodii delle nostre foreste che gli alpinisti avvolgono attorno ai loro cappelli saranno a voi tutti noti come pure la selaginella ancor più delicata che orna col suo fitto tappeto le nostre serre. I più grandi licopodii moderni vivono nelle isole di Sunda e vi si innalzano a tronchi del diametro d'un mezzo piede ed alti 25 piedi. Ma nell'età primaria e nella secondaria erano sparsi alberi anche più grossi appartenenti a questo gruppo e i più antichi di esso son forse fra gli antenati delle conifere (*Lycopodites*).

Il maggiore sviluppo fu tuttavia raggiunto durante l'età primaria dalla classe delle selaginee non colle licopodiacee arboree ma coi due ordini delle *lepidodendree* e delle *sigillarie*. Entrambi questi ordini appaiono con alcune specie già nel periodo devoniano, ma non raggiungono il loro enorme e meraviglioso sviluppo che nel periodo carbonifero e si estinguono già verso la fine di esso o nel susseguente periodo permiano. I lepidodendri erano probabilmente ancora più affini alle licopodiacee che le sigillarie. Essi si elevavano a maestosi tronchi diritti e non ramificati che alla sommità si dividevano dicotomicamente in varii rami a mo' d'un candelabro. Questi portavano una corona di foglie squamose ed erano come il tronco coperti in linee spirali dagli ombilichi o siti d'inserzione delle foglie cadute (tav. XVIII, a destra, superiormente). Si conoscono lepidodendri dell'altezza di 40-60 piedi e di 12-17 piedi di diametro all'estremità radicale. Alcuni tronchi erano lunghi più di cento piedi. Ancor più abbondanti si trovano accumulati nel carbonifero i non meno alti ma più stretti tronchi delle curiose sigillarie; in parecchi siti essi sono i componenti essenziali degli strati

di carbon fossile. I loro ceppi radicali furono dapprima descritti come piante speciali (*Stigmaria*). Le sigillarie sono per molti rispetti molto simili ai lepidodendri, tuttavia per la loro struttura anatomica differiscono già sotto molti rapporti da questi, interamente poi dalle felci. Esse sembrano anche affini alle estinte *licopteridee* devoniane che riunivano in sè dei caratteri proprii delle licopodiacee e delle pteridine e che, secondo le importanti ricerche filogenetiche dello Strasburger, sono da considerarsi come lo stipite ipotetico delle fanerogame.

Dalle folte foreste di felci dell'età primaria che erano composte prevalentemente da pteridine, lepidodendri e sigillarie, passiamo ora alle non meno caratteristiche foreste di conifere dell'età secondaria. Con ciò però noi passiamo pure dal dominio delle piante senza fiore nè semi, o crittogame, al sottoregno delle piante a seme o *fanerogame* (ora dette spesso anche *anthophyta* o *spermaphyta*). Questa sezione ricca di forme, la quale comprende la gran massa delle piante ora viventi e che sopra tutto comprende la gran maggioranza delle piante terrestri, è in ogni caso di data molto più recente che la sezione delle crittogame. Infatti essa non può essersi sviluppata da queste che nel corso dell'età paleolitica. Noi possiamo affermare con tutta certezza che durante tutta l'età archeolitica, cioè durante la prima e più lunga metà della storia organica della terra, non esistevano ancora le fanerogame, è solo durante l'età primaria che queste si sono sviluppate da crittogame felciformi. La parentela anatomica ed embriologica delle fanerogame con queste ultime è così intima che noi possiamo con sicurezza dedurne la loro connessione genealogica, la loro vera parentela d'origine. Le fanerogame non possono essere nate direttamente nè dalle tallofite, nè dai muschi, ma solo da felci o pteridofiti. Molto probabilmente le selaginee e più precisamente le sopra mentovate licopteridi (molto vicine alla odierna selaginella) sono state i progenitori diretti delle fanerogame.

Già da molto tempo, in base all'interna struttura anatomica, ed allo sviluppo embriologico, si è diviso il sottoregno delle fanerogame in due classi principali, nelle *gimnosperme*, o piante dal seme nudo, e nelle *angiosperme*, o piante dal seme coperto. Queste ultime sono sotto ogni rapporto più perfette e più elevate in struttura che le prime e non si son sviluppate da quelle che più tardi, nel corso dell'età secondaria. Le gimnosperme sono, tanto anatomicamente che embriologicamente, un gruppo di passaggio che connette le felci alle angiosperme. Nella caratteristica struttura degli archegonii (cioè degli organi sessuali femminili) le tre classi principali delle gimnosperme, felci e muschi si corrispondono in un modo così notevole che molti le riuniscono modernamente in un sol gruppo delle *archegoniate*.

La più bassa e più vecchia delle due classi principali delle fanerogame, quella delle *gimnosperme*, raggiunse il suo più molteplice sviluppo e la sua più ampia diffusione durante l'età mesolitica o secondaria. Per questa età essa non è meno caratteristica di quel che nol sia per la primaria il gruppo delle felci o per la susseguente età terziaria, quello delle angiosperme. Noi potremo dunque anche chiamare la secondaria età delle gimnosperme o, dai suoi rappresentanti più importanti, età delle conifere. Le gimnosperme si dividono in tre classi, conifere, cicadee e gnetacee. Noi troviamo resti pietrificati di esse già nel sistema devoniano e ne dobbiamo concludere che il passaggio delle selaginee alle gimnosperme abbia già avuto luogo nella prima sezione dell'età paleolitica. Tuttavia le gimnosperme durante tutta la susseguente età primaria non hanno che una importanza molto subordinata e non giungono a predominare sulle felci che al principio dell'età secondaria.

Delle tre classi delle gimnosperme, quella delle *cicadee* è quella che sta all'infimo gradino e che si rannoda immediatamente alle felci, tantochè esse anticamente erano persino da molti botanici riunite con questo gruppo. Nell'aspetto esterno esse rassomigliano tanto alle palme che alle felci arborescenti e portano una corona composta di foglie pinnate, la quale è collocata ora su uno spesso e basso ceppo, ora su un gracile e semplice fusto a colonna. Presentemente questa classe ricca di forme non è più rappresentata che scarsamente da alcune poche forme viventi nella zona torrida dalle basse *Zamia*, dagli alberi del pane (*Encephalartos*) dal grosso tronco, e dai *Cycas* dal fusto snello. Esse si trovano spesso nelle nostre serre dove per solito son confuse colle palme. Una molto maggior ricchezza di forme ci è offerta dalle estinte cicadee fossili che sopratutto alla metà dell'età secondaria (durante il periodo giurassico) vivevano numerosissime e determinavano in gran parte il carattere delle foreste di quel tempo.

Con molto maggior varietà di forme che non la classe delle cicadee si è conservato sino ai tempi nostri l'altro ramo delle gimnosperme, la classe delle *conifere*. Ancor oggi i cipressi, i ginepri, le tuje, i tassi, le salisburie, le araucarie ed i cedri, sopratutto poi il ricco genere *Pinus* colle sue numerose ed importanti specie, i vari pini, abeti, larici, ecc., forme tutte appartenenti a questo gruppo hanno nelle più diverse regioni della terra una importanza grandissima; esse costituiscono quasi da sole estese foreste. Tuttavia questo sviluppo delle conifere appare ancor debole in paragone all'assoluta predominanza che questa classe si era procacciata su tutte le altre piante durante l'antica età secondaria. Allora potenti conifere con relativamente pochi generi e specie, ma con enormi masse di individui riuniti formavano l'elemento principale delle foreste mesolitiche. Esse giustificano la denominazione di « età delle conifere » che si dà alla epoca secondaria, sebbene le conifere siano sôrte dalle cicadee già nel periodo giurassico.

Lo stipite delle conifere si divise già di buon'ora in due rami, nelle *araucarie* da un lato e nelle *taxacee* dall'altro. Dal primo discende la maggior parte delle conifere. Dall'ultimo invece si sviluppò la terza classe di gimnosperme, quella delle *gnetacee*. Questa piccola ma interessantissima classe contiene solo tre diversi generi: *Gnetum*, *Welwitschia* ed *Ephedra;* essa ha grande importanza come diretto gruppo di passaggio dalle conifere alle angiosperme e specialmente alle dicotiledoni.

Dalle foreste di conifere dell'età mesolitica o secondaria noi passiamo alle foreste dell'età cenolitica o terziaria e con ciò arriviamo a considerare la sesta ed ultima gran classe del regno vegetale, quella delle *angiosperme*. Troviamo i primi fossili certi di angiosperme negli strati del sistema cretaceo, anzi compaiono qui gli uni presso agli altri dei resti delle due classi in cui si divide generalmente la gran classe delle angiosperme, cioè *monocotili* e *dicotili*. Frattanto l'intero gruppo ha probabilmente un'origine più antica ed era già apparso durante il periodo triassico. Noi conosciamo infatti una quantità di resti vegetali non esattamente determinabili o di determinazione incerta appartenenti al periodo triassico i quali da parecchi botanici son già tenuti per angiosperme, da altri invece per gimnosperme. Per ciò che riguarda le due classi delle angiosperme, le monocotili e dicotili, è estremamente probabile che dapprima si siano svolte dalle gnetacee le dicotili, mentre le monocotili non si sarebbero svolte che più tardi da una linea laterale o ramo delle dicotili.

La classe delle monocotili (*Monocotylae* o *monocotiledones*, dette anche *endogenae*) comprende quelle fanerogame il cui ramo possiede *una sola* foglia embrionale o cotiledone. Ogni ciclo fogliare del loro fiore contiene nel massimo numero dei casi

tre foglie, ed è molto probabile che la pianta che fu madre comune di tutte le monocotiledoni possedesse un fiore regolare e ternario. Le foglie sono generalmente percorse da fasci vascolari semplici, diritti (nervature). A questa classe appartengono le estese famiglie dei giunchi e delle graminee, delle gigliacee ed iridee, delle orchidee e dioscoree e poi una quantità di piante acquatiche nostrane, le lemne, le tife, le zostere, ecc., e finalmente le splendide ed elevatissime famiglie delle aroidee e pandanee, delle bananee e delle palme. In complesso la classe delle monocotili, malgrado tutta la sua varietà di forme che essa ha spiegato nell'epoca terziaria e nel presente è molto più uniformemente organizzata che la classe delle dicotili; inoltre la sua evoluzione storica offre molto minor interesse. Resti fossili sono raramente ben conservati. In ogni caso le monocotili esistevano già nel periodo cretaceo, fors'anco già nel triassico.

Molto maggior interesse storico ed anatomico ci offre la seconda classe delle angiosperme, quelle delle *dicotili* (*dicotylae* o *dicotyledones*, dette anche *exogenae*). Le fanerogame di questa classe possiedono generalmente, come dice il nome, *due* foglie embrionali o cotiledoni. Il numero fondamentale nella composizione dei loro fiori è per solito non tre, come nelle monocotili, ma bensì quattro o cinque od un multiplo di questi numeri. Infine le loro foglie sono per solito più differenziate e più complicate che quelle delle monocotili e attraversate da fasci vascolari incurvati e ramificati (arterie o nervature). A questa classe appartengono i più degli alberi con vere foglie, e poichè essa già nell'epoca terziaria, aveva, come ha ora, la preponderanza sulle gimnosperme e sulle felci, così noi potemmo anche chiamare l'era cenolitica, l'età degli alberi con vere foglie.

Sebbene la maggior parte delle dicotili siano tra le piante più elevate e perfette, tuttavia il loro gruppo più basso si rannoda direttamente alle gimnosperme, e precisamente alle gnetacee. Nelle dicotili inferiori, come nelle monocotili, il calice e la corolla non sono ancora differenziati. Le si chiamano perciò *caliciflore* (*monochlamideae* od *apetalae*). Questa sottoclasse è probabilmente da considerarsi come il gruppo-stipite delle angiosperme ed esisteva già durante il periodo triassico o giurassico. Vi appartengono la maggior parte delle amentacee, betulle ed alni, salici e pioppi, faggi e querce, poi le urticacee, canapa e luppolo, fichi, gelsi ed olmi, infine le euforbiacee, laurinee, amarantacee, ecc.

Solo più tardi, nel periodo cretaceo, appare la seconda e più perfetta sottoclasse di dicotili, il gruppo delle *diclamidee* (*dichlamydeae* o *corolliflorae*). Queste nacquero dalle caliciflore pel diferenziarsi del semplice invoglio florale di queste ultime in calice e corolla. La sottoclasse delle corolliflore si divide a sua volta in due grandi sezioni principali o legioni, ognuna delle quali contiene un gran numero di diversi ordini, famiglie, generi e specie. La prima legione porta il nome di coripetale (o con fiori a stella) l'altra quello di gamopetale (con fiori a campana).

La più bassa ed imperfetta delle due legioni delle corolliflore si è quella delle coripetale (*choripetalae*, *polypetalae*). Ad essa appartengono le estese famiglie delle ombrellifere, crucifere, ranunculacee, crassulacee, ninfeacee, cistinee, malvacee, geraniacee con molte altre fra cui le grandi divisioni delle rosiflore (che oltre alle rose comprendono la maggior parte dei nostri alberi fruttiferi), e delle leguminose o papillionacee (che contengono fra altre le vesce, i fagioli, il trifoglio, le ginestre, le acacie e le mimose). In tutte queste coripetale i petali rimangono distinti e non si fondono l'uno con l'altro come accade nelle gamopetale. Queste ultime si sono sviluppate solo nel periodo terziario dalle coripetale mentre queste apparvero già nel cretaceo presso alle caliciflore.

Il gruppo più elevato e perfetto del regno vegetale è formato della seconda sezione di corolliflore; la legione delle *gamopetale* (*gamopetalae* o *monopetalae*). Qui i petali

che nelle altre fanerogame rimangono per solito affatto distinti, si fondono normalmente in una corolla più o meno campanulata o imbutiforme o tubulare. Qui si schierano fra altre le campanulacee e convulvalacee, primulacee ed ericacee, genziane e lonicere, poi le foglie delle oleacee (olivo, ligustro lilla e frassino) e finalmente, oltre a molte altre famiglie, le vaste sezioni delle labiate e delle composte. In quest'ultima il differenziamento ed il perfezionamento del fiore fanerogamo raggiungono il loro più alto grado e noi dobbiamo perciò collocarle all'apice del regno vegetale come le più perfette di tutte. Corrispondentemente a ciò la legione delle gamopetale è fra tutti i gruppi principali del regno vegetale, l'ultimo a comparire nella storia organica della terra, cioè solo nell'epoca cenolitica o terziaria. Persino nel terziario antico essa è ancora rarissima, solo nel medio essa cresce lentamente e non raggiunge che nel terziario recente e nel quaternario il suo completo svolgimento.

Se ora, giunti all'età presente, date ancora uno sguardo al *complesso dell'evoluzione storica del regno vegetale*, non potrete a meno di trovarvi una *grandiosa conferma della teoria della discendenza*. Le due grandi leggi fondamentali dell'evoluzione organica che noi abbiamo constatato essere le conseguenze necessarie della selezione naturale nella lotta per l'esistenza, le leggi del differenziamento e del perfezionamento, manifestano dappertutto la loro validità nell'evoluzione dei gruppi maggiori o minori del sistema naturale delle piante. In ogni grande o piccolo periodo della storia organica della terra il regno vegetale cresce tanto in *varietà* come in *perfezione*. Durante la maggior parte della lunga età primordiale non esisteva che l'infima e più imperfetta di tutte le classi principali, quella delle *alghe*. Solo verso la fine di quell'età si associano ad esse le crittogame più elevate e più perfette, specialmente la classe principale delle *felci*. Già durante il periodo devoniano cominciano a svilupparsi da queste ultime le fanerogame, dapprima tuttavia solo la bassa classe principale delle gimnosperme.

Solo durante l'età secondaria nasce dalle *gimnosperme* la classe più elevata delle *angiosperme*. Anche di questa non sono presenti dapprima che i gruppi più bassi, senza corolla, le *monocotili* e le *apetale*. Solo durante il periodo cretaceo si sviluppano da queste ultime le superiori corolliflore. Ma anche questa elevatissima sezione non è rappresentata nel periodo cretaceo che dalle inferiori *coripetale*, e non è che proprio al fine, nell'età terziaria che sorgono da queste le superiori *gamopetale*, le più perfette di tutte le fanerogame. Così il regno vegetale in ogni nuova sezione della storia organica della terra andò gradatamente elevandosi ad un sempre più alto grado di perfezione e di varietà.

La *filogenesi speciale degli ordini e delle famiglie*, il riconoscimento delle affinità dei grandi e piccoli gruppi di ogni classe, offre nel regno vegetale molto più grandi difficoltà che nel regno animale, e d'altronde ha molto minor interesse. In quest'ultimo la molteplice divisione di lavoro e di forma degli organi, il differenziamento dei tessuti, l'ampia divergenza delle numerose classi, offrono alla morfologia comparata un campo inesauribile pieno dei più interessanti problemi. Il differenziamento morfologico del regno vegetale non è affatto da compararsi a quello. Infatti anche nelle piante più elevate la struttura del corpo è relativamente semplicissima e le conservazioni sono uniformi. Tutte le innumeri forme delle angiosperme appaiono solo come variazioni di un unico tema e differiscono in minor grado l'una dall'altra che le svariate forme d'una sola classe animale, la classe degli insetti.



VENTESIMA CONFERENZA

Classificazione filogenetica del regno animale. Teoria della gastrea.

Il sistema naturale del regno animale. — Sistemi antichi di Linneo e Lamarck. — I quattro tipi di Baer e Cuvier. — Gli otto tipi della moderna zoologia. — Loro significazione filogenetica. — La filosofia delle spugne calcari, l'omologia dei foglietti germinativi e la teoria della gastrea. — Unità dei tipi o *phyla*. — Origine di tutti i metazoi dalla gastrea. — I cinque primi gradi di sviluppo del corpo animale unicellulare. — I cinque primi gradi embrionali: citula, morula, blastula, depula, gastrula. — Le cinque corrispondenti forme stipiti più antiche: citea, morea, blastea, depea, gastrea. — La sfera cava come forma primitiva del regno animale (Baer). — Due gruppi primarii dei metazoi: I. Celenterii o celenterati (senza cavità del corpo); II. Celomari o bilaterali (con cavità del corpo).

Signori!

Il sistema naturale degli organismi che tanto nel regno animale quanto nel regno vegetale deve essere la nostra prima guida nelle ricerche genealogiche, ha qui come là un'origine recente e dipende essenzialmente dai progressi fatti dal nostro secolo nell'anatomia comparata e nell'ontogenesi. I tentativi di classificazione del secolo scorso si movevano ancora quasi tutti nella via del sistema artificiale che Carlo Linneo (1735) aveva primo stabilita in forma esatta. Il sistema artificiale si distingue essenzialmente dal sistema naturale per ciò, che esso non pone a base delle sue divisioni l'intera organizzazione e l'intima parentela di forma poggiante sulla vera parentela di schiatta, ma solo caratteri isolati, spesso anche solo esterni che diano facilmente all'occhio. Così Linneo distinse essenzialmente le sue 24 classi del regno vegetale secondo il numero, l'associazione ed il collegamento degli stami. Parimente egli distinse nel regno animale sei classi, essenzialmente basandosi sulle proprietà del cuore e del sangue. Queste sei classi erano: 1° i mammiferi, 2° gli uccelli, 3° gli anfibi, 4° i pesci, 5° gli insetti, 6° i vermi.

Ora queste sei classi animali del Linneo non hanno affatto un uguale valore, e fu già un importante progresso quando il Lamarck al fine del secolo scorso riunì sotto il nome di *vertebrati* le quattro prime classi e contrappose a queste i rimanenti animali, gli insetti e vermi di Linneo, come *invertebrati*. Essenzialmente il Lamarck ritornò così al padre della storia naturale, ad Aristotele, che aveva già distinto questi due gruppi principali, chiamando i primi *enemi* (con sangue) e gli altri *anemi* (senza sangue). Nel sistema del regno animale pubblicato dal Lamarck nel 1801, questi distinse già undici classi; da esse spettano quattro ai vertebrati (mammiferi, uccelli, anfibi e pesci), e sette agli invertebrati (molluschi, crostacei, aracnidi, insetti, vermi, raggiati, polipi). Fatta eccezione di queste due ultime classi, che contengono animali inferiori di organizzazione molto diversa, le altre classi di Lamarck erano gruppi superiori naturalissimi; il grande precursore di Darwin fu così in pari tempo il primo zoologo,

che dopo il corso di 66 anni migliorò e modificò essenzialmente il sistema linneano fin allora generalmente ammesso.

Dopo di esso i primi grandi progressi verso lo stabilimento del sistema naturale del regno animale son dovuti a due zoologi di gran merito, Giorgio Cuvier e Carlo Ernesto Baer. Come fu già ricordato più sopra, essi emisero quasi contemporaneamente (1817), e indipendentemente l'uno dall'altro, l'affermazione che si devono distinguere nel regno animale parecchi gruppi superiori fondamentalmente diversi di cui ognuno possiede un piano di struttura o tipo affatto particolare. In ognuna di queste sezioni principali vi è una gradazione ramificata da forme molto semplici ed imperfette sino a forme estremamente complicate. Il *grado di perfezione* entro i limiti di uno stesso tipo, è affatto indipendente dal particolare *piano di struttura*, che sta come carattere particolare a base del tipo stesso. Questo « tipo » è determinato dai particolari rapporti di posizione delle più importanti parti del corpo e del modo di collegamento degli organi. Il grado di perfezione invece dipende dalla più o meno inoltrata divisione di lavoro e di forma degli organi. Quest'idea straordinariamente importante e feconda fu fondata dal Baer (1823) sulla storia dell'evoluzione individuale degli animali, mentre il Cuvier si tenne unicamente ai risultati dell'anatomia comparata. Tuttavia nè questi, nè quegli riconobbero ancora la vera causa di quell'importantissima contingenza. Essa ci viene svelata solo dalla teoria della discendenza. Questa ci insegna che il comune *tipo* o piano di struttura, è determinato dall'*eredità*, il grado di *perfezione* o differenziamento invece dall'*adattamento*.

Il Cuvier aveva già nel 1812 distinto nel regno animale *quattro* diversi tipi o piani di struttura, e conseguentemente l'aveva diviso in quattro grandi sezioni principali, rami (*embranchements*) o cerchie (cfr. sopra, p. 37). La prima di queste è formata dai *vertebrati*, che comprendono le quattro prime classi di Linneo: i mammiferi, uccelli, anfibi e pesci. Il secondo tipo è costituito dagli *articolati*, che corrispondono agli insetti di Linneo, cioè agli insetti propriamente detti, ai miriapodi, ai ragni ed ai crostacei, ed inoltre anche ai vermi segmentati od annellidi. La terza grande sezione comprende i *molluschi*, i cefalopodi, gasteropodi, bivalvi ed alcuni gruppi vicini. La quarta ed ultima cerchia del regno animale è infine costituita dai *raggiati*, i quali si distinguono a prima vista dai tre gruppi precedenti per la forma « raggiata », simile ad un fiore, del loro corpo. Mentre infatti nei molluschi, articolati e vertebrati, il corpo risulta di due metà laterali simmetricamente uguali, da due antimeri, ognuno dei quali è l'imagine simmetrica dell'altro, nei cosidetti raggiati il corpo è invece composto da più di due antimeri, generate da quattro, cinque o sei, i quali sono aggruppati a rosetta attorno ad un asse principale comune. Per quanto vistosa appaia alle prime questa differenza, tuttavia essa non è in fondo che secondaria e la « forma raggiata » non ha affatto in tutti i « raggiati » la stessa importanza.

Lo stabilimento di questi quattro grandi gruppi naturali (tipi o cerchie del regno animale) per opera di Cuvier e di Baer, fu il più grande progresso che si fosse fatto nella classificazione degli animali dopo Linneo. I tre gruppi dei vertebrati, articolati e molluschi, sono così naturali che anche oggidì con limiti poco mutati essi vengono conservati. Per contro la riunione affatto antinaturale dei raggiati, dopo più esatte osservazioni dovette subito essere sciolta. Il Leuckart osservò pel primo, nel 1848, che in tal gruppo sono mescolati insieme due tipi fondalmente diversi, cioè da un lato gli *echinodermi*, dall'altro i *zoofiti* o *celenterati*: le spugne, polipi, coralli, meduse e ctenofori.

Già precedentemente (1845) il segnalato zoologo Siebold, di Monaco, aveva riunito gli infusori coi rizopodi in uno speciale tipo dei *protozoi*, ed aveva rilevato il loro carattere di animali unicellulari. Con ciò il numero dei tipi o delle cerchie animali salì a sei. Più tardi esso venne ancora accresciuto di un settimo tipo, perchè i moderni zoologi divisero la grande sezione degli articolati in due gruppi, da una parte quelli provvisti di estremità articolate (*artropodi*), che corrispondevano agli insetti di Linneo, cioè agli insetti, miriapodi, aracnidi e crostacei; dall'altro lato i *vermi* apodi o muniti di piedi non articolati. Questi ultimi comprendono solo i veri vermi (nematelminti, platelminti, ecc.); essi non corrispondono però affatto ai vermi intesi nel senso di Linneo, il quale aveva inoltre annoverati fra questi anche i molluschi, i raggiati e molti altri animali inferiori. Finalmente anche i *tunicati*, che prima avevano collocati ora fra i molluschi, ora fra i vermi, vennero riconosciuti come un ottavo tipo indipendente del regno animale.

Così dunque, secondo le vedute dei moderni zoologi, le quali sono accettate nel massimo numero dei trattati e manuali di zoologia moderna, il regno animale sarebbe costituito da *otto tipi* o divisioni superiori affatto diverse, ognuna segnalata da un così detto piano di struttura caratteristico ed affatto speciale ad essa, e completamente distinto da ogni altro. Nel sistema naturale del regno animale, che fra poco vi svolgerò, ammettendo che esso rappresenti la più verosimile genealogia di esso, io mi rannodo in complesso a questa comune classificazione, però non senza qualche modificazione che io ritengo molto importante per la genealogia, e che è direttamente dovuta al nostro modo di considerare storicamente la produzione delle forme animali.

Già vent'anni fa, colle mie ricerche sulla filogenesi comparata, io era giunto alla convinzione che *gli otto tipi del regno animale non sono per nulla gruppi equivalenti*, ma che hanno un'importanza morfologica e filogenetica affatto diversa. Gli otto tipi animali non devono sempre, come si fa spesso ancora oggidì, essere semplicemente disposti e descritti in una serie gli uni dopo gli altri, ma invece essi devono essere a loro volta riuniti in diversi grandi gruppi d'ordine superiore, e la loro verosimile parentela deve essere presa criticamente in considerazione. Per queste considerazioni critico-filogenetiche, non si deve prender solo come base esclusiva nè l'*anatomia comparata*, nè l'*ontogenesi comparata*,, ma invece queste due grandi raccolte di documenti della creazione devono essere riunite in modo comprensivo ed essere usate e giudicate morfologicamente in modo da completarle a vicenda; inoltre si deve anche tenere sempre davanti agli occhi il terzo archivio della creazione, la *paleontologia*.

Ricercando dunque, in base a questi principii, i rapporti filogenetici degli otto tipi animali, e studiandomi di perfezionare il primo schizzo (apparso nel 1866, nella *Morfologia generale*) di *classificazione filogenetica*, io arrivai ad un concetto nuovo, essenzialmente modificato, del sistema animale. Ne pubblicai i principii nel 1872 nella mia *Filosofia dello spugne calcari* (nella quarta parte della monografia delle calcispongie, vol. I, p. 465). Questa rimarchevole classe di animali marini è distinta da una instabilità affatto straordinaria delle forme del corpo, cosicchè non è affatto possibile distinguere dalle cosidette « buone specie », cioè « specie relativamente costanti » nel solito senso di quest'espressione (cfr. sopra, pag. 157). Per cinque anni io studiai su un materiale straordinariamente ricco e completo, e il più esattamente possibile tutti i rapporti della loro conformazione e del loro sviluppo; fui così posto in grado di ricondurre tutte le specie di questa classe (delle quali se ne possono distinguere a piacimento 111 o 289 o 591) ad un unico stipite comune, l'*Olynthus*. Potrei

dunque con qualche ragione considerare anche la mia Monografia delle calcispongie, il primo saggio d'una sistematica *filogenetica* d'una ricca classe, come un « saggio di soluzione analitica del problema dell'origine della specie ».

L'*Olynthus*, quel notevole stipite delle calcispongie (tav. VI), è dopo d'allora stato constatato essere pure la forma filogenetica fondamentale di tutte le altre spugne, e viene ora generalmente considerato come lo stipite comune di tutta la classe degli spongiari. Paragonando ora l'*Olynthus*, che è un semplice sacco composto di due strati cellulari, colla somigliante forma embrionale bifoliata dei metazoi, la *gastrula*, (pag. 174) io giunsi alla convinzione che l'*Olynthus* si fermi ad un bassissimo strato di sviluppo che vien attraversato di passaggio nella prima gioventù da tutti gli altri metazoi. Questo stato giovanile, la *gastrula*, era stata sino allora intera in modi molto diversi ed era considerata nelle diverzienti stirpi del regno animale come una forma embrionale affatto diversa. In opposizione a questa idea allora predominante, io cercai di mostrare che le notevoli differenze di queste forme embrionali, abbiano un'importanza secondaria, e che non siano che modificazioni di una stessa forma originaria, di una *gastrula* primitiva. Da ciò seguendo la legge biogenetica fondamentale, io inferii l'esistenza di un corrispondente stipite comune di tutti gli animali multicellulari, la *gastrea*. Il capitolo sopra « la teoria dei foglietti germinativi e l'albero genealogico del regno animale » che si trova nella « filosofia delle calcispongie », e che per la prima volta afferma *l'omologia dei due foglietti embrionali primitivi in tutti i metazoi*, conchiude colla proposizione seguente: « Da questa identità della *gastrula* nei rappresentati delle più diverse stirpi animali, io ne inferisco, secondo la legge fondamentale biogenetica, una comune discendenza delle stirpi (*phyl.*) animali da una unica forma originaria ignota, la *gastrea*, la quale essenzialmente era costituita come la *gastrula* » (1872, vol. I, pag. 467 e altrove).

Nell' « albero genealogico del regno animale » che precedeva questa proposizione (pag. 465), io derivai i cinque tipi superiori degli animali (vertebrati, molluschi, tunicati, artropodi ed echinodermi), dal comune grosso stipite dei celomati, dai « vermi con cavità del corpo ». Questi io ritenni che fossero originariamente nati dagli acelomi o « vermi senza cavità del corpo ». Per questi ultimi però, e per i zoofiti, io credetti di dover ammettere la diretta discendenza dalla ipotetica *gastrea*.

Questi fondamenti della *teoria della gastrea*, che furono comunicati dapprima nella Monografia delle calcispongie, furono da me molto svolti maggiormente nell'anno successivo nei miei studi « sulla morfologia degli infusori » (Jena, *Zeitschr.*, 1873, vol. VII, pag. 560). Con più ampia base ed applicati ai più importanti problemi filogenetici e morfologici, essi si ritrovano nei miei « studi sulla teoria della *gastrea* » (1873-77). Questa teoria ricevette la sua prima conferma dall'eminente zoologo inglese Ray-Lankester, il quale nel 1873 era arrivato affatto indipendentemente a concetti simili. Anche il primo anatomico comparativo moderno, Carlo Gegenbaur, le diede colla sua approvazione un importantissimo appoggio. Hertwig, Rabl, Selenka, Balfour, Rückert, Hatschek e molti altri embriologi fornirono testimonianze in favore di essa. Benchè attaccata da più lati, la teoria della *gastrea* si è tuttavia mantenuta valida nei punti più essenziali ed è oggidì riconosciuta dalla maggioranza dei zoologi come utile fondamento del moderno sistema filogenetico degli animali.

Come una delle più importanti conseguenze sistematiche di essa, ne risultò la completa separazione dei *protozoi* unicellulari di tutti gli altri animali multicellulari che io opposi ai primi sotto il nome di *metazoi* (cfr. sopra, pag. 236). Inoltre fra i

metazoi io distinsi dapprima due gruppi superiori. I due tipi inferiori (celenterati ed acelomi) non hanno nè sangue, nè cavità del corpo; ciò si trova solo nei cinque tipi superiori. Fra questi ultimi però i celomati (o vermi con cavità del corpo) rappresentano il gruppo-stipite comune, dal quale si sono svolti divergentemente i tipi animali superiori.

Per ciò che riguarda l'*unità* filogenetica dei grandi tipi del regno animale, noi possiamo fin d'ora, appoggiandoci a numerosi fatti offertici dall'anatomia comparata e dall'ontogenesi, inferire, con bastante sicurezza, la comune discendenza di tutti quegli animali i quali appartengono ad uno stesso *tipo*. Infatti, malgrado tutta la diversità spiegata dalla forma esterna entro i limiti di ognuno di questi tipi, il fondamento della interna struttura, i principali rapporti di posizione delle parti del corpo, i quali determinano il tipo, sono così costanti in tutti i membri di un tipo stesso che, appunto per questa intima parentela di forma bisogna riunirli nella sistematica in un solo gruppo superiore. Ora da ciò segue immediatamente che questa riunione debba aver luogo anche nella genealogia del regno animale. Infatti la vera causa di quell'intima parentela di forma non può essere prodotta che dall'*eredità*, essa è dunque una vera *consanguineità*. Noi possiamo dunque fin d'ora ritenere l'importante dato, che tutti gli animali i quali appartengono ad uno stesso tipo o cerchia, discendono da uno stesso stipite originario. In altri termini, il concetto di *cerchia* o di *tipo*, come esso viene usato in zoologia dopo Baer e Cuvier per i pochi gruppi supremi del regno animale, coincide col concetto di *stirpe* o *phylum* quale esso viene applicato dalla teoria della discendenza per il complesso di quegli organismi che probabilissimamente sono consanguinei ed hanno una radice primitiva comune.

A questa importante conclusione si rannoda ora dapprima, come secondo problema filogenetico, la domanda: D'onde provengono i singoli tipi animali? I loro stipiti originarii hanno essi un'origine affatto indipendente, oppure anch'essi sono fra loro in grado più lontano consanguinei? Una volta si poteva essere propensi a rispondere a questa domanda in senso *polifiletico*, e ad ammettere per ogni grande tipo animale almeno una forma-stipite propria, e affatto indipendente dalle altre. Tuttavia, meditando più a fondo questo difficile problema, si arriva infine al convincimento *monofiletico* che anche le forme-stipiti sono all'ima radice connesse fra loro, che anch'esse si devono a loro volta derivare da un comune stipite primitivo. Se si fa interamente astrazione dai protisti unicellulari, e si scruta in modo comparativo solo la discendenza degli istoni multicellulari, allora *anche nel regno animale, come nel vegetale, osservando bene, l'ipotesi monofiletica in base alla teoria della gastrea, acquista la preponderanza sull'opposta ipotesi polifiletica.*

Si è in prima linea la *storia comparata dell'embrione* od *ontogenesi* quella che ci conduce a questa convinzione monofiletica. Il zoologo che ha paragonato pensatamente i fatti dello sviluppo individuale degli animali, che ha compreso l'importanza della legge biogenetica fondamentale (pag. 178), non potrà sottrarsi alla convinzione che anche per tutte le stirpi di metazoi può essere ammessa una radice comune. Basandoci sull'ontogenesi comparata, noi possiamo ricondurre tutti gli animali, l'uomo compreso, ad una sola forma-stipite comune. Dai *fatti* ontogenetici risulta la conseguente ipotesi filogenetica che io ho spiegato più ampiamente nei miei « studi sulla teoria della gastrea » (15) e nell' « antropogenia » (56).

Il primo e più importante fenomeno che ci viene fatto conoscere dall'ontogenesi, è il fatto che ogni animale pluricellulare si sviluppa da una semplice cellula. Questa

prima cellula è la *cytula*, la *cellula-stipite* o la cosidetta « prima sfera di segmentazione » (fig. 20 *b*, pag. 288). Noi abbiamo già precedentemente considerata la sua origine dalla cellula-uovo fecondata, come pure il significato dell'atto di fecondazione (pag. 171). In corrispondenza colla citula ontogenetica, noi dobbiamo considerare come stipite filogenetico comune a tutto il regno animale la semplice cellula animale, cioè il *protozoo unicellulare;* nella forma la più semplice essa ci appare ancora oggi vivente davanti agli occhi nelle moderne *amebe.* Come queste semplici amebe ora ancora viventi, e come le nude cellule-uovo di molti animali inferiori, le quali non se ne possono distinguere (per esempio quelle delle spugne, tavola VI, figure 4, 16) anche quelle antichissime amebe-stipiti non erano ancora che semplici cellule nude; probabilmente esse andavano strisciando nel primitivo mare laurenziano, mediante processi proteiformi, e si saranno nutrite e riprodotte per scissione come le moderne amebe (cfr. pag. 101 e 247). L'esistenza di questa forma-stipite *unicellulare* simile ad un'ameba, viene incontestabilmente dimostrata dall'*importantissimo fatto* che l'uovo fecondato di tutti gli animali, dalla spugna e dal verme, su fino alla formica ed all'uomo, è *una semplice cellula.* Le uova mature dei diversi animali, mostrano spesso un aspetto affatto differente secondo che esse sono incluse in invogli di svariata forma o cariche di vitello nutritivo. Ma le cellule-uovo giovani sono ancora nude e senza membrana, hanno semplicissima natura, e talora esse stesse vanno strisciando pel corpo come un'ameba, così, per esempio, le spugne; anzi esse son qui state dapprima tenute per amebe parassite.

L'ipotetica *forma-stipite unicellulare* comune a tutto il regno animale, la cui antica esistenza è dimostrata dalla *cytula*, possiamo designarla col nome di *cytaea* o *cellula-stipite* primitiva (pag. 231). Alla questione dell'origine prima di questa *cytaea*, abbiamo già risposto antecedentemente quando abbiamo mostrato che le più antiche forme-stipiti di tutti gli esseri unicellulari, quindi anche della *cytaea*, non poterono essere che semplicissime *monere* (pag. 231 e 232, ecc.).

Dovremo quindi aspettarci che anche nell'ontogenesi lo stadio di monera senza nucleo, preceda allo stadio nucleato di cellula. Di fatto si credeva sino ancora poco fa, che al principio dello sviluppo individuale appaia uno stadio senza nucleo (*monerula*); la *cytula* non avrebbe poi dovuto nascere da questo per neoformazione di un nucleo. Frattanto le importanti osservazioni moderne sulla fecondazione delle quali abbiamo già parlato precedentemente (pag. 171) hanno contraddetta questa supposizione. Pare che lo stadio di monerula, per effetto dell'eredità abbreviata (pag. 173), sia andato perduto.

Dallo stato unicellulare si sviluppò dapprima *il più semplice stato pluricellulare*, cioè un piccolo ammasso od una piccola comunità di semplici cellule uniformi, una *colonia di cellule* (*coenobium*). Ancora oggidì nello sviluppo ontogenetico di ogni cellula-uovo animale nasce per ripetuta scissione di questa (colla cosidetta segmentazione) dapprima un cumulo sferico di cellule nude uniformi (cfr. fig. 6, pag. 173 e fig. 20 *c*, *d*, *e*, pag. 288). Questo cumuletto di cellule, per la sua affinità con una mora l'abbiamo chiamato lo stadio moriforme o germe a mora (*morula*). In tutti i diversi tipi animali questa morula ricompare sempre nello stesso semplice aspetto, ed appunto per questa circostanza importante noi possiamo conchiudere con grande sicurezza, secondo la legge biogenetica fondamentale, che anche *il più antico stipite pluricellulare del regno animale*, era simile ad una tale morula ed era costituito da un semplice cumuletto di mere cellule primitive ameboidi fra loro eguali. Questa

antichissima associazione di amebe, questa vetustissima comunità di cellule animali, la quale è recapitolata dalla morula, vogliamo chiamarla *moraea* o *synamoebium*. Fra i diversi cenobii di protozoi che vivono tuttora, possono sopratutto essere paragonati con essa le semplici colonie cellulari dei lobosi e flagellati (cfr. tav. V, fig. 3-5 e 13-15).

Dal *synamoebium* si sviluppò ulteriormente nei primi tempi laurenziani, una terza forma-stipite del regno animale che aveva la forma di una *sfera cava*, e che perciò vogliam chiamare *vescica-sferica* (blastaea). Questa *blastaea* nacque dalla morea pel fatto che nell'interno dei cumulo sferico di cellule si accumulò del liquido o della gelatina. Con ciò tutte le cellule uniformi vennero respinte alla superficie e formarono d'allora in poi, come semplice strato cellulare, la parete di una vescica sferica. I processi ameboidi delle cellule cominciarono a muoversi più celeremente e regolarmente, e si cambiarono in permanenti ciglia vibratili. Col movimento di queste ultime l'intero corpo pluricellulare venne posto in più rapido e più forte movimento, e perciò passò dalla locomozione strisciante a quella natante. Sicuri fatti ontogenetici ci conducono ad ammettere questi primitivi processi filogenetici. Infatti, appunto nella stessa guisa anche al presente, negli embrioni di animali inferiori la *morula* passa in uno stadio larvale ciliato che viene chiamato ora *blastula* ora *blastosphaera* o germe vescicolare (fig. 20 *f*, *g*, pag. 288). Questa blastula è un corpo sferico vescicolare che s'aggira natando nell'acqua per mezzo del moto di ciglia vibratili. La tenue parete della vescicola sferica piena di liquido, risulta di un unico strato di uniformi cellule ciliate, dal cosidetto *blastoderma* o pellicola embrionale (tav. V, fig. 6 *k*, 16 *k*). La cavità sferica rinchiusa in ogni lato ed uniformemente dal blastoderma, si chiama *blastoceloma* (tav. V, fig. 6 *b*).

L'alta importanza della *blastula* come antichissima forma-stipite comune del regno animale, fu già 60 anni or sono, prevista con occhio profetico dal geniale embriologo Baer. Nelle sua classica « storia dell'evoluzione degli animali », egli emette questa ardita proposizione: *Al loro primo apparire forse tutti gli animali sono simili e non sono che sfere cave;* ed egli spiega questa proposizione colle seguenti parole (vol. I, pag. 223): « Quanto più noi risaliamo nello sviluppo e tanto più noi troviamo anche in animali molto differenti, una corrispondenza. Noi veniamo così condotti alla domanda: se al principio dello sviluppo tutti gli animali non siano essenzialmente uguali, se non sussiste per tutti una forma comune primitiva? Poichè l'embrione è lo stesso animale non ancora sviluppato, si può non senza ragione affermare che la *semplice forma vescicolare è la forma fondamentale comune*, da cui tutti gli animali non solo idealmente, ma davvero storicamente si sviluppano ». Questa notevole proposizione che solo mezzo secolo più tardi fu empiricamente stabilita, ci appare oggi tanto più ammirevole, in quanto che il Baer allora (nel 1828) era ben lungi dall'essere in grado di poterla dimostrare in modo degno di fede; egli stesso non aveva visto che poche vescicole embrionali, e la teoria cellulare fondamentale non nacque che dieci anni più tardi.

La nostra ipotesi che la moderna forma embrionale di blastula sia la ripetizione ereditaria di una blastea-stipite, viene direttamente appoggiata dal fatto che ancora oggidì esistono forme affatto simili, così sopratutto diversi volvocini ed i già descritti catallatti (*Magosphaera*, pag. 255). La più comune di queste è il comune *Volvox globator*, cenobio della classe dei flagellati (pag. 253). Il suo corpo gelatinoso sferico porta alla superficie un semplice strato di cellule flagellate; per mezzo dei flagelli vibranti di esse, esso si aggira nuotando nell'acqua. Nei *Volvox* adulti interviene

una divisione di lavoro sessuale, per cui alcune di queste cellule si cambiano in cellule-uovo, le altre in cellule spermatiche. Nei consimili catallatti invece, la colonia sferica di cellule si scioglie poi senza che si arrivi a quella riproduzione sessuale. Ogni singola cellula vive da allora per suo conto (in forma d'ameba), cresce per nutrizione, e si incapsula. All'interno della capsula sferica l'organismo unicellulare si moltiplica per ripetuta scissione (come nella segmentazione dell'uovo), e finalmente forma di nuovo una sfera ciliata simile alla blastula.

Dalla blastula si sviluppa ulteriormente in tutti i tipi degli animali, quella forma animale straordinariamente importante ed interessante, che io nella mia Monografia delle calcispongie ho chiamato *germe a bicchiere* o *gastrula*, cioè larva gastrica (fig. 20, *i*, *k*, pag. 288). Questa *gastrula* rassomiglia esternamente alla blastula, se ne distingue però essenzialmente perciò che la sua interna cavità si apre all'esterno per mezzo di un orificio, e che la sua parete cellulare non ha uno strato solo ma bensì due. La gastrula nasce dalla blastula coll'introflettersi della parete di questa ultima (fig. 20 *h*). Alla fine la metà introflessa della vescica tocca l'altra metà e la cavità primitiva (cavità embrionale) scompare. L'importante cavità interna prodottasi coll'introflessione è lo *stomaco* o *intestino primitivo* (*progaster* od *archenteron*), il primo rudimento del canale digerente, la sua apertura è la bocca primitiva (*prostoma* o *blastoporus*), la prima apertura boccale. I due strati cellulari della parete dello stomaco, che è pure la parete del corpo della cava gastrula, sono i due foglietti germinativi primari: *foglietto cutaneo* (*exoderma*) e *foglietto intestinale* (*entoderma*). L'importantissima forma larvale della gastrula ricompare nella stessa forma nell'ontogenesi di animali di tutti i tipi: nelle spugne, nelle meduse, nei coralli, vermi, tunicati, raggiati, molluschi, anzi persino negli infimi vertebrati (*Amphioxus*, cfr. tav. XII, fig. B 4; *Ascidia*, ibidem, fig. A 4). Sulla tavola V è rappresentata la gastrulazione del nostro comune *Lymnaeus* (figg. 1-10), secondo le osservazioni di Carlo Rabl, come pure la gastrulazione di una *Sagitta* secondo le ricerche di Gegenbaur e di Hertwig (figg. 19-20). Le figure 8 e 18 mostrano in sezione longitudinale le gastrule avviluppate di entrambi questi animali.

Un interessante stadio intermediario fra la *blastula* (fig. 20 *f*, *g*) e la *gastrula* (*k*, *i*) ci è presentato dallo stato *semi-introflesso* della prima (fig. 20 *h*: tav. V, fig. 7 e 17). Noi possiamo designarlo col nome di *embrione a berretto* o *depula*. Poichè *l'origine della gastrula dalla blastula per introflessione di quest'ultima* (invaginazione), è stata ultimamente riconosciuta da molti diversi osservatori, come l'*originario* modo di formazione di quest'ultima, noi dobbiamo ammettere che anche a questo stadio ontogenetico corrisponda una determinata forma di antenati, anche questa forma embrionale deve, secondo la nostra legge fondamentale dell'evoluzione, essere spiegato coll'*eredità*, come ripetizione ereditaria di una corrispondente forma filogenetica; quest'ultima la chiameremo *Depaea* (*depos*, bicchiere). In questo stadio intermediario esistono l'una presso l'altra nell'embrione *due cavità:* la primitiva *cavità embrionale* (blastocele, *b*) in istato di regressione, e la *cavità gastrica primitiva* (progaster, *a*) in via di progresso. Quest'ultima si estende sempre di più a spese della prima; tuttavia in molti metazoi sussiste un resto del blastocele e può formare una falsa cavità del corpo (pseudocele).

Dalla diffusione ontogenetica della gastrula nelle più diverse classi animali, dai zoofiti infino ai vertebrati, noi possiamo, secondo la legge biogenetica fondamentale, trarre con sicurezza l'importante conclusione che, durante il periodo laurenziano,

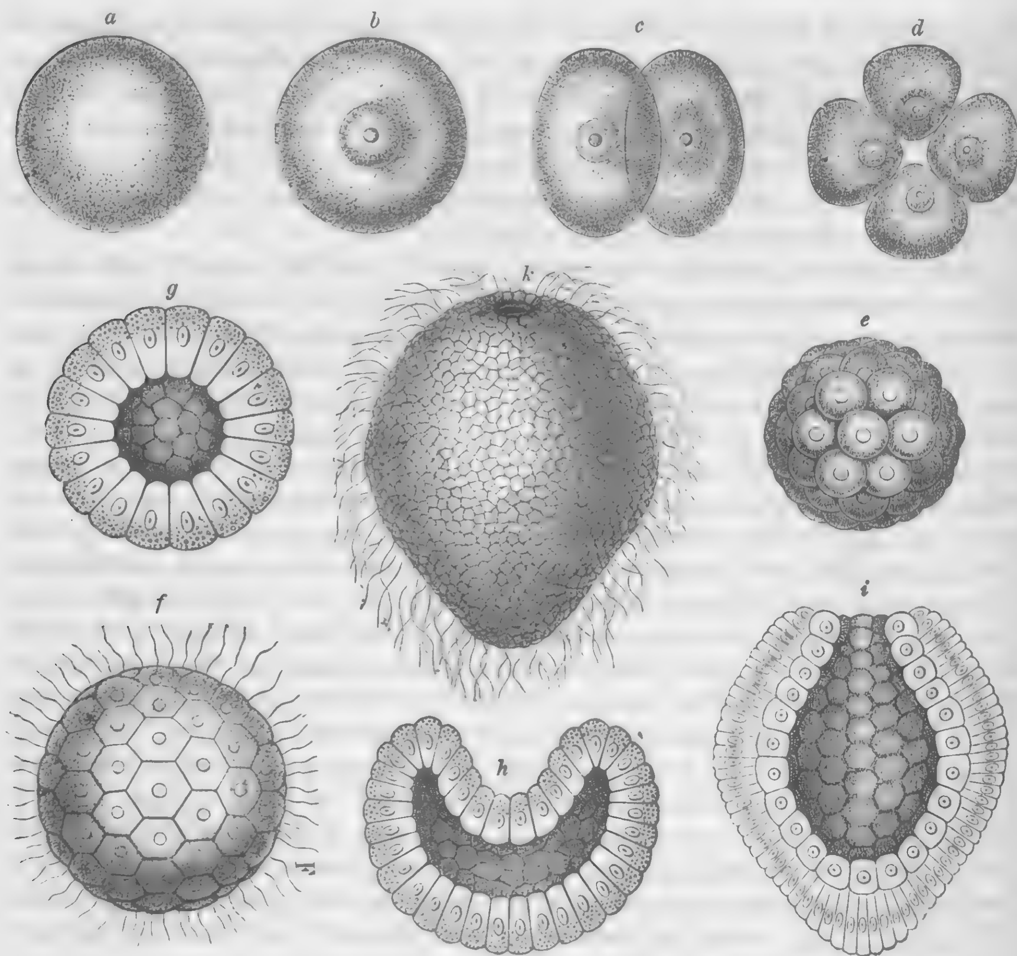


Fig. 20. — Embriogenesi di un corallo (*Monoxenia Darwinii*).

a) Cellula-uovo fecondata (nucleo non visibile); *b*) Cellula-stipite (citula); *c*, *d*) Divisione della citula; *e*) Morula *f*, *g*) **Blastula**; *h*) **Depula**; *i*, *k*) **Gastrula (figure *g*, *h* ed *i* sezioni).**

esisteva uno stipite comune di tutti i tipi di metazoi, il quale essenzialmente era fatto a somiglianza della gastrula; questo è la nostra *gastrea*. Questa *gastrea* possedeva un corpo semplicissimo, sferico od ovale, che includeva una cavità semplice della stessa forma della *cavità gastrica primitiva;* ad un polo dell'asse longitudinale lo stomaco primitivo si apriva per mezzo di una bocca, la quale serviva all'introduzione degli alimenti. La parete del corpo (e in pari tempo dell'intestino), risultava da due strati cellulari o « foglietti germinativi »: *entoderma* o *foglietto splancnico* od *esoderma* o *foglietto cutaneo:* pel moto ciliare di quest'ultimo la gastrea andava liberamente nuotando. Anche in quegli animali superiori, in cui l'originaria forma gastreale per eredità falsata od abbreviata (pag. 113) è andata perduta nella storia embrionale, si è tuttavia ancora ereditata la composizione del corpo gastreale, in quella forma embrionale che nasce direttamente dalla morula. Questa forma embrionale è qui un disco rotondo che poggia su di un « vitello nutritivo » di forma sferica, e che risulta da due strati di cellule o foglietti. Lo strato cellulare esterno, il *foglietto animale* o *neurale* (epislasto) corrisponde all'*esoderma* della gastrea, da esso si sviluppa la pelle

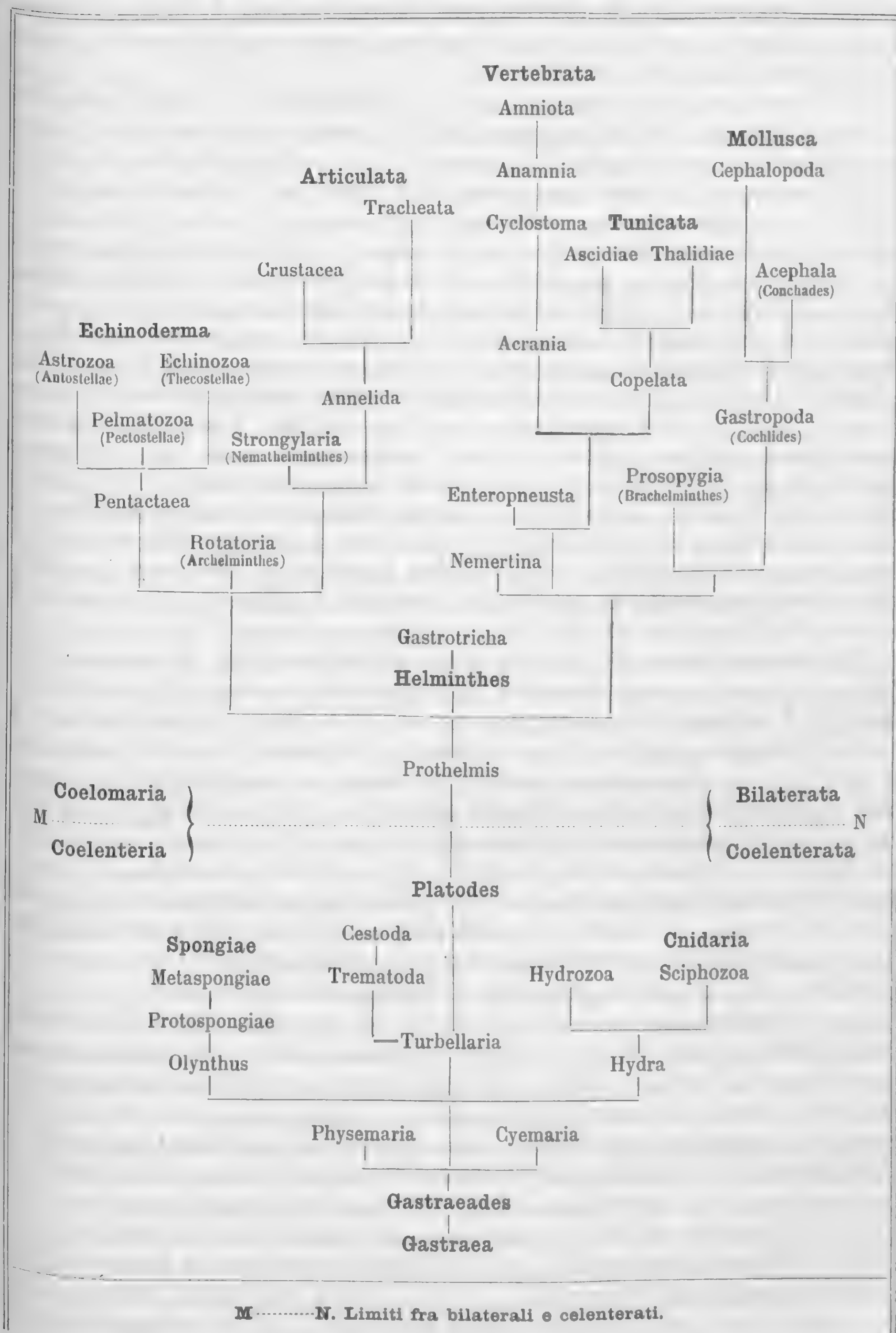
Parallelismo dell' Ontogenesi e della Filogenesi.

VALORE MORFOLOGICO del cinque primi stadii di sviluppo del corpo animale, paragonati nella evoluzione individuale e nella filetica	ONTOGENESI I cinque primi stadii dello sviluppo embrionale	FILOGENESI I cinque primi stadii dello sviluppo della stirpe
PRIMO STADIO Una semplice cellula (Plastidio nucleato)	1. Cytula Cellula-stipite o « prima sfera di segmentazione » (Fig. 20 *b*)	1. Cytaea Cellula-stipite primitiva (la più antica ameba animale)
SECONDO STADIO Una coerente comunità (fitto aggregato) di semplici cellule uniformi (Coenobium)	2. Morula (Germe moriforme) Ammasso sferico di « sfere di segmentazione » omogenee (Fig. 20 *e*)	2. Moraea (Synamoebium o colonia di amebe). Il più antico cenobio di cellule omogenee (amebe) associate
TERZO STADIO Una vescica sferica od ovale ripiena di liquido, la cui sottile parete risulta da un unico strato di cellule ciliate uniformi	3. Blastula (Germe vescicolare) Larva (od embrione) cava vescicol., la cui semplice parete risulta da un solo strato di cellule (Fig. 20 *f, g*)	3. Blastaea Protozoo cavo vescicolare la cui sottile parete risulta da un semplice strato di cellule ciliate
QUARTO STADIO Un corpo foggiato a calotta con due strati cellulari distinti e due cavità (blastocele e progastro)	4. Depula (Germe a calotta) Larva foggiata a calotta con cavità embrionale (blastocele o progastro). (Gastrula invaginata) (Fig. 20 *h*)	4. Depaea Forma intermedia fra la blastula e la gastrula, nata per invaginazione della prima (Gastrea invaginata)
QUINTO STADIO Un corpo sferico od ovale con semplice cavità digerente ed apertura boccale: parete gastrica costituita da due foglietti; l'esterno esoderma (foglietto cutaneo o dermico) e l'interno entoderma (foglietto intestinale o gastrale)	5. Gastrula (Germe a bicchiere) Larva multicellulare con intestino primitivo e bocca primitiva; parete gastrica a due foglietti (forma embrionale primitiva comune a tutti i metazoi) (Fig. 20 *i, k*)	5. Gastraea Metazoo multicellulare con intestino e bocca; parete gastrica bifogliata (forma-stipite comune di tutti i veri animali o metazoi)

Specchio dei dieci tipi dei Metazoi, con indicazione dei loro caratteri distintivi.

TIPI (Phyla)	SEGMENTAZIONE FORMA FONDAMENTALE	CENTRO NERVEO TIPICO	PARTICOLALITÀ SPECIALI
I. *Coelenteria* (coelenterata, zoophyta, anaemaria). Metazoi senza cavità del corpo, senza sangue e senza apertura anale.			
1. Gastraeades .	Nessuna segmentazione, forma fondamentale uniasse.	Nessun sistema nerveo.	Corpo costituito unicamente dai 2 foglietti germinativi.
2. Spongiae. . .	Nessuna segmentazione, forma fondamentale affatto irregolare.	Nessun sistema nerveo.	Pori cutanei microscopici per la nutrizione.
3. Cnidaria. . .	Nessuna segmentazione, forma fondamentale raggiata.	Sistema nerveo ora assente, ora anulare.	Organi urticanti microscopici alla epidermide.
4. Platodes . . .	Nessuna segmentazione, forma fondamentale bilaterale.	Ganglio cerebrale semplice e due filamenti longitudinali.	Un paio di nefridii o canali renali primitivi.
II. *Coelomaria* (bilaterata, bilateria, haemataria). Metazoi con cavità del corpo, con sangue e con apertura anale.			
5. Helminthes .	Nessuna segmentazione, forma fondamentale bilaterale.	Ganglio cerebrale semplice o cingolo esofageo.	Mancanza dei caratteri positivi degli altri celomati.
6. Mollusca. . .	Nessuna segmentazione, forma fondamentale bilaterale.	Cingolo esofageo doppio con tre paia di gangli.	Mantello dorsale con conchiglia calcarea, piede muscoloso ventrale.
7. Echinoderma.	Segmentazione esterna, forma fondamentale a cinque raggi.	Midollo ventrale stellato a cinque raggi.	Sistema ambulacrale, corio calcificato.
8. Articulata . .	Segmentazione esterna, forma fondamentale bilaterale.	Midollo segmentato ventrale con cingolo esofageo.	Dermascheletro cuticulare chitinoso.
9. Tunicata. . .	Nessuna segmentazione, forma fondamentale bilaterale.	Ganglio cerebrale (midollo spinale regresso).	Mantello di cellulosa di origine connettiva, intestino branchiale, endostilo.
10. Vertebrata. .	Segmentazione interna, forma fondamentale bilaterale.	Midollo spinale sviluppato e generalmente con cervello.	Corda o colonna vertebrale, intestino branchiale, cuore ventrale.

Albero genealogico monofiletico del regno animale.



M·········N. Limiti fra bilaterali e celenterati.

esterna (epidermide) colle sue ghiandole ed i suoi annessi, come pure il sistema nerveo centrale. Lo strato cellulare interno, il *foglietto vegetativo* o *gastrale* (ipoblasto) è originariamente l'*entoderma* della gastrea; da esso si sviluppa l'interna membrana nutrizia (epitelio) del canale digerente e delle sue ghiandule (cfr. la mia *Antropogenia* (56), conferenza XVI).

Tre diversi pensieri fondamentali appaiono dominanti nella nostra *teoria della gastrea:* primo, che i due foglietti primari in tutti i metazoi sono omologhi od hanno originariamente la stessa significazione; secondo, che la cavità racchiusa da essi, il progaster, l'archenterio, è, come organo primitivo di nutrizione, il più antico organo dei metazoi; terzo, che perciò come antichissimo stipite comune dei metazoi, deve considerarsi una gastrea primordiale da gran tempo estinta, la quale era essenzialmente foggiata come la semplicissima forma della medesima gastrula. Questa teoria della gastrea riceve un validissimo appoggio dal fatto che ancora oggidì esistono parecchi animali inferiori che corrispondono essenzialmente al tipo ipotetico della gastrea (tav. VI). Il più noto ed interessante di questi animali è il nostro comune polipo d'acqua dolce (*Hydra*). Se facciamo astrazione da piccole modificazioni nella costituzione del foglietto cutaneo, come pure da una semplice corona di tentacoli che si è prodotta secondariamente attorno alla bocca, *l'idra ci appare essenzialmente come una permanente gastrea;* in questo semplice stato essa diviene sessualmente natura, e si riproduce pel prodursi di cellule spermatiche dal foglietto cutaneo nella regione anteriore del corpo e di cellule-uova alla posteriore. Un'altra forma animale poco discosta dal tipo della gastrea si è l'*Olynthus*, la più ricordata forma-stipite delle spugne; un terzo gruppo strettamente affine è costituito dai *fisemarii* (*Prophysema*), un quarto dagli *ortonettidi* (*Rhopalura*). Cfr. tav. VI e la conferenza seguente.

Noi avremmo dunque già acquistato per la nostra ipotesi della discendenza monofiletica del regno animale, fondandoci sull'ontogenesi comparata, cinque stadii primordiali di sviluppo: 1° l'ameba; 2° la morea; 3° la blastea; 4° la depea e 5° la gastrea. L'esistenza primitiva di queste cinque antichissime forme-stipiti successive, le quali debbono aver vissuto nel periodo laurenziano, si deve direttamente dedurre dalla legge biogenetica fondamentale, dal parallelismo e dal nesso causale meccanico che vi ha fra l'ontogenesi e le filogenesi (cfr. pag. 179). I quattro primi stadii morfologici (le animali amebe, le moree, depee e blastee) dovettero, per la loro semplice struttura, essere ancora annoverati fra i protisti od essere rannodati a questi come veri *protozoi*. Per contro, col quinto stadio morfologico, colla *gastrea* comincia il vero regno speciale e con ciò un'organizzazione molto più elevata. I suoi due foglietti formano i primi tessuti, la prima base di tutti gli organi dei metazoi.

La derivazione filogenetica dei diversi tipi animali dalla comune forma-stipite della gastrea, appare, per molti rispetti, chiarissima; sotto altri rapporti, invece, molto difficile ed intricata. Tutti i zoologi giudiziosi concordano ora nell'ammettere che tutti i gruppi superiori animali derivano in origine da gruppi inferiori. I più bassi e più antichi fra tutti i metazoi sono i più semplici celenterati (*Hydra*, *Olynthus*, *Gastraea*). Si ammette pure generalmente che tutti i diversi organi degli animali superiori, sono nati originariamente dai due semplici foglietti embrionali della gastrea. Ma per qual via quei tipi superiori si siano svolti da questi infimi metazoi, come si debbano intendere i loro rapporti generali di parentela, e sopratutto come si debba concepire la prima origine dei singoli organi dei foglietti embrionali, su tutto ciò le idee sono ancora molto discrepanti. Già nella mia Monografia delle

calcispongie, e più estesamente negli studii sulla teoria della gastrea, ho mostrato che la più importante differenza fra l'organizzazione degli animali inferiori e quella dei superiori, riposa su ciò che in questi ultimi è sviluppata una *cavità del corpo* (*coeloma*) ed un sistema circolatorio che nei primi mancano ancora. Perciò io riunii insieme come tipi inferiori i zoofiti (*coelenterata*) e i vermi senza cavità del corpo (*acoelomi*). A questi « animali esangui » (*anaemaria*) io contrapposi come « animali con sangue » (*haematarìa*) i tipi animali superiori, tutti provvisti di una cavità del corpo, ed i più anche di un sistema circolatorio di vasi sanguigni. Io considerai come gruppo stipite di questi ematarii (originariamente derivanti da acelomi) i « vermi con cavità del corpo » (*coelomati*), e da questi io ricavai come rami divergenti i quattro tipi più elevati, i tipi dei molluschi, echinodermi, articolati e vertebrati (*Calcispongie*, vol. I, pag. 465; *Teoria della Gastrea*, fasc. I, pagg. 54-55).

L'importante questione dell'origine e della significazione sistematica della *cavità del corpo*, è dopo d'allora stata trattata estesamente in una grande quantità di scritti, e in modo particolarmente approfondito e chiaro dai fratelli Hertwig, nei loro *Studii per la teoria dei foglietti*, il quarto fascicolo di questi studii è « La teoria del celoma, saggio di una spiegazione del foglietto embrionale mediano » (Jena, 1881). Essi distinguono tre gruppi di metazoi: 1° i *celenterati* (o zoofiti), senza cavità del corpo, solo con cavità gastrica; 2° i *pseudoceli*, con un pseudocele, cioè una « falsa cavità del corpo » nata per delaminazione del foglietto mediano fra il foglietto interno e l'esterno (molluschi e platelminti, rotiferi e briozoi); 3° gli *enteroceli* con una « vera cavità del corpo » nata da un paio di tasche prodottesi lateralmente dalla cavità gastrica primitiva e da essa staccatesi, così nel più dei vermi (celelminti), negli echinodermi, articolati e vertebrati.

La « teoria del celoma » dei fratelli Hertwig, contiene molte eccellenti discussioni sui rapporti di parentela dei grandi tipi animali, e parve per lungo tempo spiegare molto semplicemente parecchi enigmi di tale questione. Ma recentemente i punti fondamentali di essa, specialmente la distinzione fra pseudocele ed enterocele, come pure la sua applicazione sistematica è stata fortemente attaccata da varie parti, e sembra che essa non si possa sostenere in tutta la sua estensione. Perciò io preferisco di mettere qui come divisioni prime, solo quei due gruppi capitali di metazoi che ho precedentemente contrapposto come anemarii ed ematarii; io scelgo come designazione adatta, per i primi il nome di *coelenteria* (animali inferiori), per gli altri quello di *coelomaria* (animali superiori).

I *celenterii* od *animali inferiori* (cioè i celenterati nel più ampio senso), sono dal più dei zoologi considerati solo come un unico tipo. Senza mettere in dubbio l'unità del tipo, io ritengo tuttavia più esatto, e specialmente giovevole per la classificazione filogenetica, di scindere questo tipo in quattro diversi *phyla* di organizzazione molto divergente. Il più basso e più antico di questi gruppi, la radice di tutto il regno dei metazoi, è formato dal tipo dei *gastraeadi* od *animali stipiti*, che in sostanza sono gastree permanenti. Da questi si sono probabilmente svolti come tre tipi divergenti: 1° le *spugne* (*spongiae*); 2° i *cnidari* (*cnidaria*); 3° i *platodi* (*platodes*).

Dal tipo dei platodi è nata probabilmente la seconda sezione dei metazoi, il grande gruppo dei *celomari* od *animali superiori* (*bilaterata*). Fra questi il gruppo più basso, il tipo degli *elminti* (*helmynthes*) si rannoda immediatamente ai platodi. Dal tipo degli elminti son probabilmente nati, indipendentemente l'uno dall'altro, i *molluschi* (*mollusca*), gli *echinodermi* (*echinoderma*), gli *articolati* (*articulata*) ed i

cordonii (*chordonia*); questi ultimi si sono biforcati di buon'ora in due rami molto divergenti: i *tunicati* (*tunicata*) ed i *vertebrati* (*vertebrata*).

Le più importanti differenze nell'operazione tipica di questi dieci tipi di metazoi, sono esposti brevemente nello specchietto tabellare della pag. 290. L'albero genealogico ipotetico messo di fronte (pag. 291) è destinato a spiegare in qual modo approssimativamente naturale, nell'attuale imperfezione delle nostre cognizioni, noi possiamo immaginarci la connessione filogenetica di essi. Per questo, come anche per tutti gli alberi genealogici seguenti, io ripeto tuttavia l'osservazione espressa che essi, per la natura stessa delle cose, non possono avere che un valore provvisorio. Tuttavia quei naturalisti che si addentrano nella filogenesi degli organismi, si convinceranno presto che gli *alberi genealogici, come ipotesi euristiche,* hanno un grandissimo valore, e che essi per sciogliere chiaramente le intricate questioni filogenetiche sono *indispensabili.*



VENTUNESIMA CONFERENZA

Genealogia dei Celenterii ed Elminti.

Filogenesi dei celenterii o celenterati (gastreomone, ciemari e fisemari). — Spugne. — Loro organizzazione. — Omologia delle camere vibratili e della gastrea. — Formazioni scheletriche delle spugne. — Le tre classi del tipo delle spugne: maltospongie (o spugne agglutinanti), silicispongie e calcispongie. — Loro comune forma-stipite: *Olynthus*. — Ammoconidi. — Tipo dei cnidari od acalefi. — Loro organizzazione. — Derivazione di tutti i cnidari da semplicissimi polipi (*Hydra*). — Idropolipi e scifopolipi. — Origine polifiletica delle meduse e dei sifonofori. — Ctenofori. — Coralli. — Tipo dei platodi: le tre classi dei turbellari, trematodi e cestodi. — Forma fondamentale raggiata e bilaterale. — Nefridii. — Filogenesi dei celomari o bilaterati: metazoi con cavità del corpo, sangue ed ano. — Derivazione dei cinque tipi animali superiori dagli elminti. — Le quattro classi superiori e le dieci classi degli elminti.

Signori!

Intraprendendo il difficile tentativo di tracciare le grandi linee di una filogenesi generale del regno animale appoggiamoci dapprima sulla distinzione dei dieci grandi tipi o phyla dei metazoi (cfr. pag. 508). Considerando e comparando dal punto di vista più generale le più importanti differenze che essi ci offrono nella evoluzione e nella costituzione del corpo, noi fummo messi in grado di dividerli dapprima in due grandi gruppi superiori, gli animali inferiori o celenterii e gli animali superiori o celomarii. I *celenterii* (o « *coelenterata* » nel più vasto senso) non posseggono nè cavità del corpo nè sangue; il loro canal digerente possiede una sola apertura, la bocca, ma non l'ano. All'incontro i *celomari* (o « *bilateralia* ») possiedono una cavità del corpo separata dal canal digerente e per solito anche sangue e vasi sanguigni; per solito anche il canal digerente possiede due aperture esterne, bocca ed ano; tuttavia non raramente l'ano è, per regressione, scomparso. Non vi può esser dubbio che di questi due grandi gruppi di metazoi i più semplici celenterii siano i più antichi e primitivi. I celomari non possono essersi sviluppati da questi se non più tardi e ciò dapprima per il formarsi di una cavità del corpo (*coeloma*) e in seguito per lo svilupparsi di un ano e di un sistema di vasi sanguigni.

Il gruppo superiore dei *celenterii* o celenterati (una volta designati spesso col nome di plantanimali o zoofiti), si compone di quattro diversi grandi gruppi o phyla; questi quattro tipi sono: 1° i gastreadi, 2° le spugne, 3° i cnidari, 4° i platodi. Questi tre ultimi grandi gruppi si sono probabilmente sviluppati indipendentemente l'un dall'altro dal primo gruppo, da quello dei gastreadi.

Il primo gran gruppo dei celenterii, la sezione dei gastreadi, si deve, per le ragioni sovra esposte, considerare come il *primitivo gruppo-stipite comune* di tutti i metazoi. Infatti in tutti i veri animali o metazoi lo sviluppo individuale del corpo comincia pur sempre colla formazione di una vera *gastrula*. Da questo fatto estremamente importante noi dobbiamo, secondo la legge biogenetica fondamentale, trarre la conclusione

che la forma-stipite comune, arcaica, da lungo tempo estinta, del regno animale, la *gastrea*, era formata essenzialmente sullo stampo di quella gastrula, era un semplice corpo ovale o caliciforme con un asse, con una cavità gastrica aprentesi all'esterno per mezzo di una bocca e colla parete formata da due semplici strati cellulari, i due foglietti embrionali primarii (fig. 20 *i*, *h*, pag. 288). Questi due semplici strati cellulari formavano in pari tempo i primi veri tessuti del corpo animale, integumenti ad un solo strato od *epitelii*. Tutti gli altri tessuti del corpo animale più elevato, tessuti di sostegno, muscoli e nervi, sono da considerarsi come « *tessuti secondarii* » poichè essi non si sono sviluppati che più tardi da quegli *epitelii primarii*. Alcune cellule di questi ultimi furono, già nei gastreadi, impiegate alla riproduzione e si svilupparono o a cellule femminee (cellule-uova) o a cellule maschili (cellule spermatiche).

È molto verosimile che l'antichissimo gruppo-stipite dei metazoi fosse già rappresentato nel primitivo mare laurenziano da molti diversi gastreadi e che questi, mediante il loro rivestimento ciliato, andassero nuotando liberamente come infusori ciliati. Come in molti di questi (specialmente nei tintinnoidi), probabilmente il loro delicato corpo gastruliforme si sarà protetto colla formazione di un guscio involgente: è anzi possibile che molti dei piccoli gusci tondeggianti, ovali o conici che si trovano già nelle più antiche formazioni nettuniche e che si attribuiscono ora a rizopodi, ora a pteropodi e ad altri animali abbiano primitivamente appartenuto a gastreadi. Distingueremo provvisoriamente col nome di *gastreomone* questo antichissimo gruppo stipite dei metazoi.

Oltre a queste ipotetiche gastreomone appartengono però al gruppo dei gastreadi due piccole classi ancora viventi di semplicissimi metazoi, i ciemarii (*cyemaria*) ed i fisemarii (*physemaria*). La classe dei ciemarii risulta da piccoli animaletti marini natanti che vivono parassiti nella cavità del corpo degli echinodermi e nella cavità renale dei molluschi. Essi possono essere considerati come semplicissimi metazoi che hanno conservato per tutta la vita l'originaria organizzazione della *gastrea;* ciò si dica sopratutto dei rimarchevoli *ortonettidi* (*Rhopalura*). Il loro corpo ovale o fusiforme (tav. VII, fig. 9, 10), è uniasse (con sezione circolare) e composto di due strati cellulari. Le ciglia vibratili dello strato cellulare esterno (esoderma o foglietto animale) servono al nuoto; le cellule della massa interna (entoderma o foglietto vegetativo) formano uova e cellule spermatiche, le cellule sessuali delle due sorta nascono in individui diversamente conformati (persone gonocoriste). Nei loro affini *diciemidi* (*Dicyema*) l'entoderma è rappresentato da una sola grande cellula centrale come avviene provvisoriamente in molte forme di gastrule.

Una seconda classe di gastreadi ancora oggi vivente è costituita dai notevoli *fisemari* (*Prophysema e Gastrophysema*) (tav. VI, fig. 6-8). Di questi fisemarii, che sono stati spesso scambiati con rizopodi sono simili per forma (*Haliphysema*), ho dato un'esatta descrizione nei miei *Studii sulla teoria della gastrea* (III. I Fisemari, gastreadi del presente; tav. IX-XIV, 1876) (15). Sono semplici vesciche caliciformi lunghi da 1 a 3 millimetri le quali son fisse nel fondo del mare. Presso alla bocca una breve spirale di ciglia vibratili attira con moto vorticoso il nutrimento nella semplice cavità gastrica la cui parete è costituita da due strati cellulari, dai due foglietti embrionali primarii. Il foglietto esterno od esoderma si forma uno scheletro per mezzo di granuli di sabbia e d'altri corpi estranei; il foglio interno è un epitelio vibratile che serve alla nutrizione; singole cellule di quest'ultimo si trasformano in cellule-uova, altre in cellule spermatiche. Dall'uovo fecondato nasce una gastrula la quale si aggira nuotando per molto tempo, poi si fissa e si sviluppa di nuovo in un fisemario.

Stanno ancora molto vicino a questi fisemari le più semplici forme delle vere *spugne* o spongiari (*spongiae* o *porifera*). Queste si distinguono essenzialmente per ciò che la parete gastrica è attraversata da numerosi pori. Attraverso a questi pori tegumentali la corrente nutrizia entra nella cavità digerente, essa viene espulsa per l'apertura boccale (*osculum*).

Tutte le spugne vivono in mare colla sola eccezione della spugna d'acqua dolce (*Spongilla*). Per lungo tempo questi animali si tennero per piante, più tardi per protisti; anche oggidì in molti trattati essi vengono annoverati fra i protozoi. Tuttavia dacchè io ho constatato che essi si sviluppano dalla gastrula e che il loro corpo è composto dai due foglietti embrionali come in tutti gli animali superiori, la loro stretta affinità coi fisemari e cnidari appare definitivamente stabilita. Specialmente l'*Olynthus* che io considero come lo stipite comune delle spugne ce ne dà piena sicurezza (tav. VI, fig. 1-5). Da una semplice vescica a pareti sottili, simile all'*Olynthus* si sviluppano le diverse forme di spugne per ispessimento della parete gastrica e per lo svilupparsi in essa di un sistema di canali. La caratteristica forma embrionale dell'*Olynthula* che prima si svolge dalla *gastrula* delle spugne ci riproduce ancora oggidì l'immagine ereditaria di quell'ipotetica spugna primitiva (*Archolynthus*). Essa rassomiglia ad un *Prophysema* la cui sottile parete caliciforme sia traforata da numerosi piccoli pori.

Il ricco tipo delle spugne si distingue fra tutti gli altri tipi animali per la completa irregolarità della forma esterna del corpo e per la semplicità primitiva dell'interna struttura e della costituzione dei tessuti. Quasi tutte le spugne posano saldamente sul fondo del mare in forma di masse irregolari di sottili croste, di cespugli ramificati, ecc. Talvolta la forma è regolarmente cilindrica caliciforme od anche fungiforme. La mole delle piccole specie arriva solo a pochi centimetri, mentre le grandi raggiungono talora oltre un metro di diametro. Le une sono molto molli, gelatinose o friabili, le altre abbastanza solide, della consistenza del caucciù, parecchie di consistenza cartilaginea o persino lapidea.

La sezione del corpo della spugna ci mostra sempre un sistema di canali ripieni d'acqua più o meno sviluppato. Esso sbocca alla superficie per innumerevoli piccoli pori cutanei, mentre i grandi canali interni si aprono o in una cavità centrale o in parecchie cavità maggiori; ognuna di queste sbocca normalmente all'esterno per mezzo di un'apertura principale (*osculum*). La corrente d'acqua che viene attirata pei fini pori cutanei e che conduce nel corpo i materiali nutrizii (particelle microscopiche di corpi morti animali o vegetali, protisti, ecc.), esce di nuovo fuori per quelle aperture. Per solito sono disposte lungo il percorso dei canali in numerevoli camerette ciliate tondeggianti; i moti vibrabili delle cellule ciliate che le rivestono tengono in movimento l'acqua. *Ogni camera vibratile è da considerarsi come un semplicissimo individuo di spugna, e del valore morfologico di una gastrula.* L'intera spugna può quindi venir considerata come un *cormo di gastree*, come una colonia che è composta di molte persone gastreali come una colonia di polipi idroidi. Questo concetto spiega anche la notevole irregolarità di forma esterna che si ritrova nel più delle colonie animali.

Organi di senso, nervi e muscoli mancano nelle spugne per cui anche ogni attività vitale di questi infimi metazoi rimane ad un livello molto basso. Sensitività e moto (contrazione in seguito a stimolo) sono nel più di esse appena percettibili. La riproduzione segue per cellule-uova ameboidi e cellule spermatiche fecondanti le quali si sviluppano nello spessore della massa del corpo. Quest'ultima risulta da tessuti connettivi di varie specie e il più soventi da sparse particelle scheletriche che in esso sono

deposte. Questi tessuti e le due sorta di cellule sessuali provengono dall'esoderma e cioè dal foglietto esterno della gastrula, mentre il foglietto interno (entoderma) fornisce le cellule ciliate. Le parti scheletriche che producono la diversa solida consistenza della spugna mostrano forme ed aggruppamenti molto svariati, da esse si possono distinguere le spugne in tre classi: *maltospongie*, *silicispongie* e *calcispongie*.

La prima classe, le *maltospongie* o spugne agglutinanti (*malthospongiae*) non formano alcun scheletro minerale, esse non producono nè aghi silicei, nè aghi calcarei. Nel primo ordine di esse, le spugne gelatinose o *mixospongie* (*mixospongiae*), manca del resto affatto uno scheletro od una impalcatura solida (*Halisarca*, *Chondrosia*). Nel secondo ordine (quello delle spugne sabulose o *psammospongie* (*psammospongiae*), lo scheletro viene sostituito da masse di sabbia o d'altri corpi estranei che sono prese dal fondo del mare (così nelle notevoli forme scoperte dal *Challenger* e da me descritte delle « ceratose abissali »: ammoconidi, psamminidi e stannomidi). Il terzo ordine delle maltospongie è formato dal grande od importante gruppo delle spugne o *ceraspongie* (*ceraspongiae*) il cui molle corpo è sostenuto da un saldo scheletro fibroso che risulta da un graticcio di cosidette « fibre cornee » di sostanza organica difficilmente distruggibile e molto elastica. Questo intreccio di fibre cornee si presenta nel modo più chiaro e regolare nella nostra comune *spugna da bagno* (*Euspongia officinalis*) il cui scheletro ripulito viene usato quotidianamente per lavare. La spugna da bagno vivente è costituita da una massa carnosa bruno-nera la cui interna impalcatura fibrosa non è visibile che nelle sezioni. In altre spugne cornee nel formarsi delle fibre vengono deposti tra queste granuli di sabbia ed altri corpi estranei, in altre invece aghi silicei.

A queste ultime si rannodano immediatamente le *spugne silicee* propriamente dette (*silicispongiae*). In queste lo scheletro risulta totalmente od in massima parte di aghi silicei ora con sostanza cornea, ora senza. Ad esse appartiene il gran gruppo delle halicondrie come pure la spugna d'acqua dolce (*Spongilla*). Formano una speciale sezione di esso le belle *spugne jaline* (*hyalospongiae* od *hexactinellae*). Il loro scheletro risulta da aghi silicei a sei raggi i quali spesso sono intrecciati in modo da formare elegantissimi lavori di traforo, così sopratutto nel celebre « canestro di Venere » (*Euplectella*). Le *spugne a corteccia* o spugne ad àncora (*phloeospongiae*) sono distinte per aghi silicei a tre o quattro assi. La sistematica di queste come delle precedenti spugne silicee ha speciale interesse per la teoria della discendenza, come fu constatato dapprima da Oscar Schmidt, uno dei migliori conoscitori di questo gruppo di animali. Forse in nessun sito si può seguire così chiaramente passo per passo, l'illimitata pieghevolezza della forma specifica ed i suoi rapporti coll'adattamento e l'eredità, forse in niun altro sito la specie è così difficile da limitare e definire.

Più ancora che per la gran classe delle silicispongie, ciò è vero per la piccola ma interessantissima classe delle *spugne calcari* (*calcispongiae*). Le sei tavole di figure che accompagnano la mia Monografia di questo gruppo spiegano la straordinaria pieghevolezza di forma di queste piccole spugne colle quali non è nemmen possibile parlare di « buone specie » intese nel consueto senso sistematico. Qui non vi sono che indecise serie di forme che non trasmettono esattamente la loro forma specifica nemmeno ai loro discendenti più prossimi ma invece variano continuamente per adattamento a secondarie condizioni esterne di esistenza. Qui accade spesso persino che da una stessa colonia si producano diverse specie le quali nella consueta sistematica appartengono a parecchi generi affatto diversi; così, per esempio, nella notevole

Ascometra. L'intera forma esterna del corpo è nelle spugne calcari ancor più pieghevole e mutevole che nelle spugne silicee; esse si distinguono da queste per la presenza di aghi calcarei che formano un elegante scheletro. Colla massima sicurezza si può dall'anatomia comparata e dall'ontogenesi delle spugne calcari riconoscere la forma-stipite comune di tutto questo gruppo, il sacciforme *Calcolynthus* (tav. VI, fig. 3-5). È un semplice *Olynthus* la cui sottile parete porosa è rinforzata da aghi calcarei depostivi. Da questo *Calcolynthus*, che è ancora molto vicino alla gastrea, si è svolto dapprima l'ordine degli *asconidi;* i due altri ordini delle calcispongie, i *leuconidi* e *siconidi* non si son svolti che più tardi da esso come rami divergenti. Entro a questi ordini la discendenza delle singole forme si può ancora seguire passo per passo. Così le calcispongie confermano sotto ogni rapporto la proposizione da me già precedentemente espressa: « Tutta la storia naturale delle spugne è una continua e decisiva testimonianza in favore di Darwin » (50).

Recentemente ho avuto la fortuna di scoprire anche fra le già menzionate psammospongie o spugne sabulose di mar profondo alcune piccole forme inconspicue che stanno ancora molto vicine alla comune forma-stipite delle spugne, all'*Olynthus*. Queste sono gli *ammoconidi* che furono pescati dalla spedizione del *Challenger* nell'oceano tropicale da profondità fra 2000 e 3000 metri. La più semplice forma di questi ammoconidi è il notevole *Ammolynthus* (tav. VI, fig. 1, 2). Il suo corpo ovale o ad urna è una semplice tenue vescica a parete porosa. Esso rassomiglia al *Calcolynthus* (fig. 3) che io ho disegnato per la prima volta nel 1872 nella Monografia delle calcispongie (nella tav. I, fig. 1). Però i fini aghi calcarei che sostengono l'esoderma o foglietto cutaneo del *Calcolynthus* sono sostituiti nell'*Ammolynthus* dagli eleganti guscii calcarei di svariati radiolari che la piccola spugna ha preso dal fango di radiolari del fondo (fig. 1, 2, x). Un'altra specie di *Ammolynthus* compone invece il suo scheletro colle conchiglie silicee che formano il fango di globigerine. Fra questi elementi scheletrici estranei si trovano sparse nel foglietto cutaneo le ameboidi cellule-uova femminee e le cellule flagellate dello sperma maschile. Il foglietto intestinale od entoderma dell'*Ammolynthus* vien rivestito, come nel *Calcolynthus*, da un semplice strato di cellule ciliate il quale riveste la cavità progastrica. Entrambe queste spugne sono così ancor molto vicine, per la semplicità della loro conformazione, alla gastrea.

Alcuni altri ammoconidi che furono scoperte dal *Challenger* in altri siti del fondo abissale (parte nel Pacifico, parte nell'Atlantico) si distinguono dal semplicissimo *Ammolynthus* per la loro forma ramificata. *Ammoselenia* forma eleganti ciuffi (come *Leucoselenia*) con rami cilindrici ognuno dei quali ha un'apertura boccale terminale. In *Ammoconia* i rami si saldano e formano un lasso tessuto (come in *Auloplegma*). Ogni ramo del corpo arborescente ha il valore d'una gastrea (come il « bottone » di una colonia di idroidi). Queste diverse forme di ammoconidi corrispondono interamente alle forme principali caratteristiche degli asconidi fra le spugne calcari. In entrambi gli ordini le solite camere ciliate tondeggianti delle spugne sono sostituite da tubi cilindrici. Questa differenza di struttura è molto importante e può essere paragonata alla differenza di struttura fra le glandole tubulari e le acinose. In seguito a ciò sarebbe forse più giusto dividere l'intero tipo delle spugne in due classi; la prima classe sarebbe formata dalle *spugne tubulose* (*protospongiae*), con individui gastreali tubulari (*ammoconidae* ed *asconidae*), la seconda classe comprenderebbe tutte le altre spugne, le *spugne concamerate* (*metaspongiae*), con individui gastreali vescicolari od acinosi, le cosidette « camere ciliate ». Queste potrebbero poi a loro volta essere

divise in maltospongie (senza aghi minerali proprii), silicispongie (con aghi silicei) e calcispongie (con aghi calcarei). Filogeneticamente le metaspongie sarebbero da derivarsi dalle protospongie poichè lo stesso *Olynthus* appartiene a queste ultime.

Un grado d'organizzazione molto più elevato di quello delle spugne lo raggiungono i *cnidari* (*cnidariae* od *acalephae*). Le belle e numerose forme natanti delle *meduse* e dei *sifonofori*, quelle fisse dei *coralli* e *polipi* che formano davvero il mondo dei fiori del mare ci offrono una serie dei più interessanti stadii di sviluppo della forma corporea degli animali. Ciò malgrado le più basse forme di questo ramificatissimo tipo (*Hydra*, tav. VI, fig. 11 a 16) sono ancor molto vicine all'*Olynthus* ed alla gastrea e perciò alle radici di tutto il regno dei metazoi. Come stipite comune dell'intero gruppo è da considerarsi una forma da gran tempo estinta, l'*Archydra*, piccolo « polipo primitivo » marino che ha lasciato dei discendenti poco modificati nel comune polipo d'acqua dolce (*Hydra*) ancor oggi vivente. L'*Archydra* era probabilmente molto affine ai fisemari (fig. 6-7) ed alle spugne più semplici, ma se ne distingueva però essenzialmente per la presenza di tentacoli e di organi urticanti e per la mancanza di pori cutanei. Dall'*Archydra* si svolsero dapprima i diversi *polipi idroidi* di cui alcuni diedero origine alle forme-stipiti dei coralli, altri a quelle delle meduse. Dai diversi rami di queste ultime si svolsero più tardi i sifonofori e forse anche i ctenofori.

I cnidari si distinguono dalle spugne, colle quali essi corrispondono essenzialmente per la struttura caratteristica del canal digerente, da un lato per la mancanza di pori cutanei, dall'altro per la formazione di una corona di tentacoli e per la costante presenza di *organi urticanti*. Questi son piccole vescichette piene di veleno che sono distribuite in gran numero, spesso in molti milioni, nella pelle dei cnidari. Esse servono come armi, parte anche come organi adesivi sporgendo fuori dalla pelle dopo un contatto e vuotando il loro contenuto velenoso.

Devesi considerare come la più antica e più bassa delle cinque classi dei cnidari quella dei piccoli *polipi* (*hydrusae*). Essi si distinguono essenzialmente da un *fisemario* o da una gastrea sedentaria solo per i loro organi urticanti e per una corona di tentacoli che circonda la bocca. Alcuni pochi vivono isolati come singole persone; i più formano per gemmazione delle colonie composte di molte persone. Di tali forme se ne trovano dappertutto fisse sul fondo del mare, esse rassomigliano ad eleganti arboscelli. I più bassi e più semplici membri di questa classe sono i piccoli *polipi di acqua dolce* (*Hydra* e *Cordylophora*). Noi possiamo considerarli come discendenti poco modificati di questi antichissimi *polipi primitivi* (*archydrae*), i quali durante l'età primordiale diedero origine all'intera sezione dei cnidari. Il notevole polipo d'acqua dolce sparso dovunque nei nostri stagni (*Hydra*, tav. VI, fig. 15-16) appartiene per la semplicità della sua struttura tipica e per la sua grande scissiparità ai più interessanti animali inferiori.

La seconda classe dei cnidari è formata dalle belle *meduse* (*medusae*) (tav. VII, fig. 8 a 12). Esse sono sparse in tutti i mari ed appaiono spesso alla superficie in sterminate schiere natanti. Il più delle meduse hanno la forma di una campana di vetro, di un cappello di fungo o di un ombrello di sostanza gelatinosa dal cui margine perdono molti sottili e lunghi filamenti prensili. Esse sono fra i più belli e più interessanti abitatori del mare.

Alcune meduse raggiungono notevole mole, fino a un metro di diametro, ed un peso di 20 chilogrammi. Tuttavia il loro corpo trasparente, vitreo risulta solo di 3-6 per cento (spesso appena da 1 °/₀) di sostanza animale e da 94 a 99 per cento d'acqua.

Il loro notevole ciclo vitale, specialmente la complicata alternanza di generazioni dei polipi e delle meduse, ci fornisce importanti testimonianze della verità della teoria della discendenza. Infatti dalle uova delle meduse per solito non nascono di nuovo meduse, ma invece polipi della classe precedente (tubularie e campanularie). Queste ultime però mettono gemme che si staccano e divengon meduse. Ora come anche oggidì per questa « generazione alternante » da polipi nascono meduse, così anche in origine la libera forma natante di medusa si è svolta filogeneticamente dalla fissa forma di polipo.

L'esatta osservazione delle meduse, delle quali, nel 1879, io ho pubblicato una Monografia (con 76 tavole cromolitografiche) ha mostrato che questo ricco gruppo animale è di origine *polifiletica;* parecchi diversi gruppi di meduse sono nati, affatto indipendentemente gli uni dagli altri, da parecchi gruppi diversi di polipi fissi. Già l'antichissimo stipite fondamentale del gruppo dei polipi, la radice di tutto il tipo dei cnidari, si è diviso di buon'ora in due linee principali, idropolipi e scifopolipi. Gli *idropolipi* (o polipi campanulari) che son più bassi e più semplici conservarono la semplice cavità gastrica dello stipite e della gastrea. All'incontro si svilupparono nei *scifopolipi* (o polipi caliciformi), alla faccia interna della parete gastrica delle liste sporgenti per le quali la parte periferica della sua cavità venne divisa in parecchie (originariamente in quattro) tasche radiali. Da queste liste stomacali o teniole nacquero poi filamenti gastrici interni, i mobili filamenti gastrali.

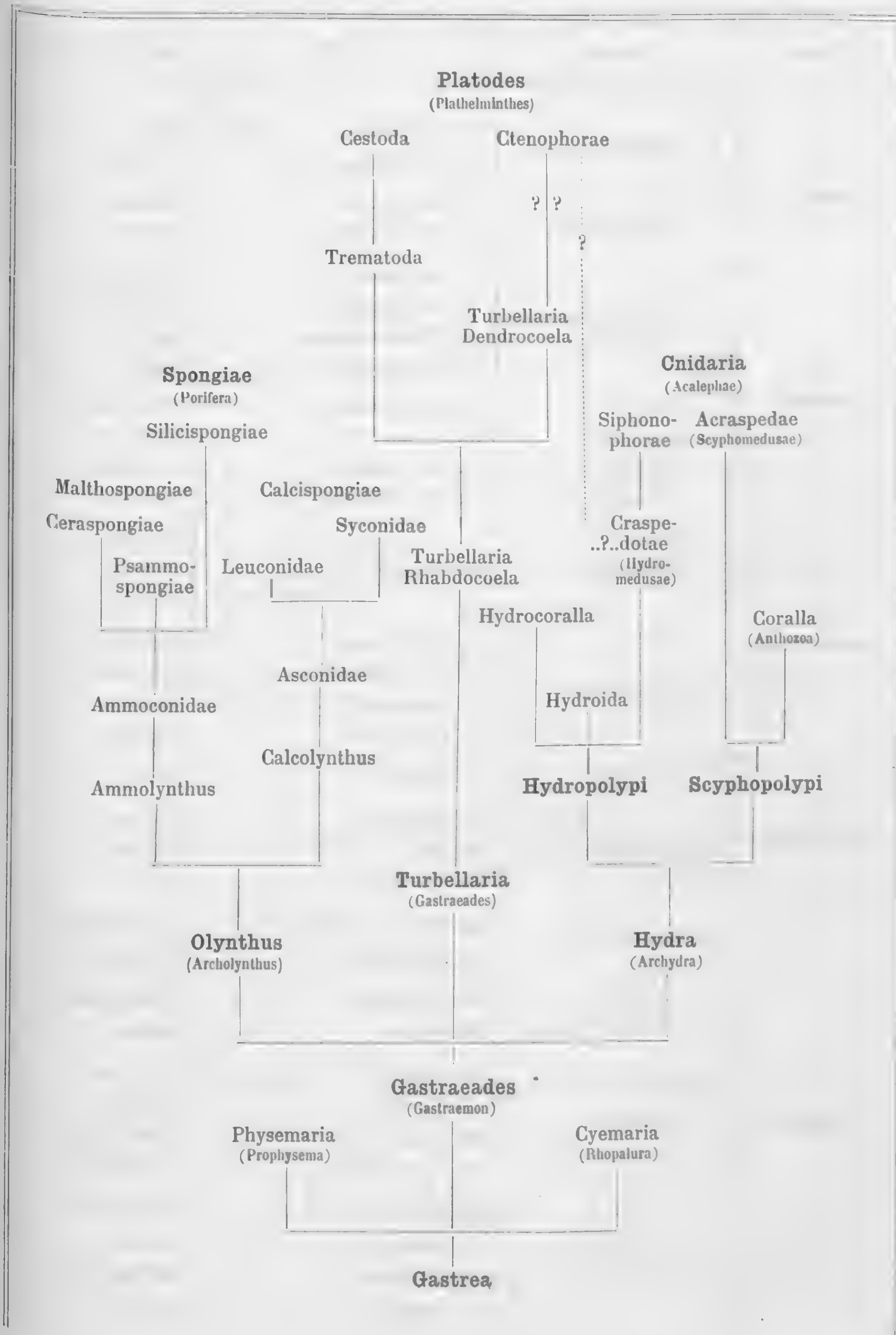
A queste due linee principali del *phylum* dei polipi corrispondono due differentissimi gruppi principali di meduse; queste ultime son nate in diversa guisa dalle prime nello stesso modo che anche oggidì è diversa la loro alternanza di generazioni. Le piccole e delicate *meduse col velo* (*hydromedusae* o *craspedotae*) nascono per gemmazione laterale da idropolipi. All'incontro le grandi e magnifiche *meduse lobate* (*scyphomedae* od *acraspedae*) si sviluppano per gemmazione terminale da *scifopolipi.* In ambo i casi l'organo nuotatore caratteristico della medusa, l'ombrella muscolare, nasce dal disco boccale del polipo. Ora l'adattamento alla vita libera natante, e la superiore e più svariata funzione degli organi che vi è collegata portano con sè uno sviluppo molto più perfetto della medusa stessa; per tutta la sua organizzazione essa si solleva molto al disopra dell'inferiore polipo che è la sua forma-stipite. La medusa acquista non solo un complicato sistema di vasi per la nutrizione, ma anche un sistema nerveo ed elevati organi di senso, occhi e vescicole uditive; questi organi mancano ancora ai polipi suoi progenitori.

Quegli che, come me, ha studiato per molti anni la storia naturale delle splendide meduse e l'alternare delle loro generazioni con quelle dei fissi polipi, può già da ciò solo acquistare la ferma convinzione della verità della teoria della discendenza. Infatti solo con essa si spiegano nella maniera più semplice quei molti meravigliosi fenomeni mentre senza di lei essi rimangono completamente inesplicabili. Convien ancora notare specialmente che qui noi troviamo un esempio chiarissimo della cosidetta *convergenza delle forme,* cioè dello svolgersi di forme simili da radici differenti (cfr. sopra, p. 159). Certe idromeduse (narcomeduse) sono in tutto il loro organismo così simili a certe scifomeduse (cannostome) che una volta venivano riunite insieme in un solo gruppo. Tuttavia si può ora facilmente verificare che esse hanno affatto diversa origine. L'adattamento alle stesse condizioni di esistenza e lo stesso modo di vita ha qui provocato più volte forme viventi estremamente simili, sebbene alcune particolarità intime trasmesse dall'*eredità* tradiscano la loro diversa origine. Alle idromeduse mancano sempre gli interni filamenti gastrali che le scifomeduse possiedono costantemente.

Specchio sistematico dei tipi e delle classi dei Celenterii od animali inferiori.

TIPI DEI CELENTERII	CARATTERI DEI QUATTRO TIPI	CLASSI DEI CELENTERII		ESEMPI DI GENERI
I. GASTREADI (Gastreades)	Celenterii senza pori cutanei, senza tentacoli, senza organi urticanti. Forma fondamentale uniasse		1. Gastraemones	Gastraea
			2. Cyemaria	Rhopalura
			3. Physemaria	Prophysema
II. SPUGNE (Spongiae o *Porifera*)	Celenterii con pori cutanei, senza tentacoli, senza organi urticanti. Forma fondamentale uniasse od irregolare .		1. Malthospongiae	Ammolynthus, Euspongia
			2. Silicispongiae	Spongilla, Euplectella
			3. Calcispongiae	Ascon, Sycon
III. CNIDARI (Cnidaria od *Acalephae*)	Celenterii senza pori cutanei, con tentacoli, con organi urticanti, senza canali renali. Forma fondamentale raggiata o piramidale (con 4, 6, 8 o più assi trasversali ed un asse principale verticale a poli disuguali)	III A. Hydrozoa	1. Hydropolipi . .	Hydra, Millepora
			2. Craspedotae . .	Codonium, Geryonia
			3. Siphonophorae	Porpita, Physalia
			4. Ctenophorae .	Cydippe, Beroe
		III B. Scyphozoa	5. Scyphopolipi .	Scyphostoma, Spongicola
			6. Anthozoa . . .	Eucorallium, Madrepora
			7. Acraspedae . .	Periphylla, Aurelia
IV. PLATODI (Platodes o *Plathelminthes*)	Celenterii senza pori cutanei, (generalmente senza tentacoli, spesso con organi urticanti), con canali renali. Forma fondamentale bilaterale-simmetrica		1. Turbellaria	Vortex, Planaria
			2. Trematoda	Distoma, Polystoma
			3. Cestoda	Caryophyllaeus, Taenia

Albero genealogico dei Celenterii od animali inferiori.



Specchio sistematico delle classi ed ordini dei Cnidari (Cnidaria).

CLASSI	LEGIONI	ORDINI	ESEMPI DI GENERI
I. HYDRUSAE	1. Hydropolipi	1. Hydrariae	Hydra
		2. Sertulariae	Plumularia
	2. Hydrocoralla	3. Milleporidae	Millepora
		4. Stylasteridae	Stylaster
II. MEDUSAE	3. Craspedotae (Aphacellae)	5. Anthomedusae	Codonium
		6. Leptomedusae	Aequorea
		7. Trachymedusae	Aglaura
		8. Narcomedusae	Aegina
	4. Acraspedae (Phacellotae)	9. Scyphomedusae	Lucernaria
		10. Peromedusae	Periphylla
		11. Cubomedusae	Charybdea
		12. Discomedusae	Aurelia
III. SIPHONOPHORAE	5. Disconanthae	13. Disconectae	Discalia, Porpita, Velella
	6. Siphonanthae	14. Calyconectae	Diphyes
		15. Physonectae	Physophora
		16. Auronectae	Rhodalia
		17. Cystonectae	Physalia
IV. CTENOPHORAE	7. Euristomae	18. Beroidae	Beroe
	8. Stenostoma	19. Saccatae	Cydippe
		20. Lobatae	Eucharis
		21. Taeniatae	Cestum
V. ANTHOZOA	9. Scyphopolypi	22. Scyphostomida	Scyphostoma
		23. Spongicolida	Stephanoscyphus
	10. Tetracoralla	24. Corallarcha	Procorallium
		25. Rugosa	Stauria
	11. Octocoralla	26. Alcyonida	Alcyonium
		27. Tubulosa	Tubipora
		28. Gorgonida	Eucorallium
		29. Pennatulida	Pennatula
	12. Hexacoralla	30. Antipatharia	Antipathes
		31. Actinaria	Actinia
		32. Perforata	Madrepora
		33. Eporosa	Astraea

Albero genealogico dei Cnidari.



Anche la discendenza degli altri cnidari si può in gran parte vedere, in modo generale, abbastanza chiara. Dalle due biforcazioni del tronco si sono sviluppate parecchie classi. I sifonofori (*siphonophorae*) e verosimilmente anche gli ctenofori (*ctenophorae*) son nati dalla sezione delle idromeduse, discendono dunque primitivamente da idropolipi. Invece le forme-stipiti dei coralli come quelle delle scifomeduse son da cercarsi fra i scifopolipi.

Una delle più belle e più notevoli classi di tutto il regno animale, forse la più splendida di tutte, è formata dai mal noti *sifonofori*. Son questi colonie natanti di idromeduse che per delicata bellezza e grazia di movimenti non sono meno attraenti che per la loro curiosa organizzazione. Li si possono acconciamente paragonare a rami fioriti natanti con eleganti foglie, fiori e frutti tagliati in variopinto vetro. Tutte queste parti del corpo sono poi molto sensibili e mobili. Al menomo tocco questo ramo ampliamente sviluppato si contrae in un piccolo ammasso. Esatte osservazioni hanno mostrato che ogni colonia di sifonofori è composta da un gran numero di diverse persone medusiformi. Ognuna di queste meduse coll'adattarsi ad una determinata funzione ha preso una forma speciale; le une agiscono come vesciche idrostatiche, le altre come campane natatorie; un terzo gruppo di persone, i sifoni, non fanno che prendere e digerire alimento; un quarto gruppo, i palponi, hanno essenzialmente il significato di squisiti organi di senso, due altri gruppi di persone, maschi e femmine, hanno esclusivamente la cura della riproduzione, i primi producono sperma, le ultime producono uova. Così in seguito ad una molto spinta *divisione di lavoro* e ad un notevole *mutamento di lavoro* (p. 153) le diverse persone della colonia dei sifonofori si son sviluppate affatto diversamente e cooperano alla vita unitaria dell'intera colonia allo stesso modo come accade negli animali superiori per i diversi organi di una singola persona o nella società umana per gli individui di uno Stato. Nel mio scritto sulla *Divisione di lavoro in natura e nella vita umana*, io ho trattato a fondo queste interessantissime condizioni e la loro vasta importanza generale.

Durante il mio soggiorno alle isole Canarie (1866) io avevo studiato a fondo lo sviluppo dei sifonofori e fondandomi su ciò io avevo dimostrato che dall'uovo di questi animali si sviluppa una semplice medusa, una persona; questa larva di idromedusa produce per gemmazione le numerose persone della colonia. La divisione di lavoro, o l'adattamento a funzioni divise, per la quale esse acquistano diverse forme, è già trasmessa per *eredità* dagli antenati degli odierni sifonofori. Più estese ricerche sulla storia naturale dei sifonofori da me fatte in questi ultimi anni e durante il mio soggiorno a Ceylan (1881), mi hanno condotto molto più in là nella conoscenza di queste mirabilissime contingenze. Si è chiarito che anche questa classe di cnidari ha origine *polifiletica*; almeno *due* diversi grandi gruppi di sifonofori si son sviluppati, indipendentemente gli uni dagli altri, da varii diversi gruppi di idromeduse. I *disconanti* (*Discalia*, *Porpita*, *Velella*) discendono probabilmente da tracomeduse; qui le persone di una colonia si sviluppano per gemmazione dall'ombrella della primitiva medusa (*pectillide?*). All'incontro i *sifonanti* (*Circalia*, *Rhodalia*, *Physalia*) discendono certamente da antomeduse; le persone delle loro colonie si sviluppano per gemmazione dal tubo stomacale della primitiva medusa (*cufiside!*). La dimostrazione di questo concetto si trova nel mio sistema dei sifonofori e nell'estesa relazione sui sifonofori del Challenger (illustrata da 50 tavole cromolitografiche) che è apparsa recentemente (1888).

Mentre per tal modo la genealogia dei sifonofori è ben chiara, sono invece ancora affatto oscuri e dubbiosi i rapporti filogenetici di un'altra classe di cnidari, quella dei

ctenofori (*ctenophora*). Questi acalefi posseggono un corpo foggiato a cetriuolo, il quale, come il corpo del più delle meduse, è jalino e trasparente come cristallo. I ctenofori sono distinti pei loro particolari organi locomotori, cioè da otto serie di piastrine vibranti a mo' di palette che scorrono come otto coste da un'estremità dell'asse longitudinale (dalla bocca) all'estremità opposta. L'organizzazione interna degli ctenofori è molto peculiare; da una parte essa rassomiglia in molti punti importanti a quella di certe idromeduse (*cladonemidae*), d'altra parte a quella dei turbellari, dei quali parleremo in seguito. Con entrambe le classi essa è apparentemente collegata da forme intermedie, colle prime per mezzo della *Ctenaria*, cogli ultimi per mezzo della *Ctenoplana*. Perciò presentemente alcuni zoologi sono piuttosto propensi a derivarli filogeneticamente dalle idromeduse, altri dai turbellari. Secondo un'altra opinione essi sarebbero forme di passaggio intermedie tra quelle e questi. Tuttavia anche qui è possibile che le loro spiccate rassomiglianze non riposino sulla discendenza da uno stipite comune, ma siano la conseguenza di una *convergenza* di forma. Solo ulteriori e più esatte ricerche possono rischiararci la filogenesi degli ctenofori.

L'ultima classe dei cnidari è costituita dai bei *coralli* (*coralla*). Anche questi, come tutti gli altri cnidari, discendono originariamente da semplici polipi od idruse. I coralli vivono esclusivamente in mare e sopratutto nei mari caldi sono rappresentati da una gran copia di eleganti e variopinte forme simili a fiori. Perciò essi si chiamano anche *antozoi* od animali fiori. I più sono fissi nel fondo del mare ed hanno un'interno scheletro calcareo. Frattanto il loro corpo può essere anche affatto molle e senza scheletro; così negli anemoni di mare (*Actinia*) che ornano i nostri acquarii. Molti coralli petrosi generano per diuturno accrescimento così potenti polipai che le loro impalcature calcaree formano la base di intere isole; questo è il caso delle celebri scogliere madreporiche e degli atolli di cui il Darwin (12) ci ha pel primo spiegate le notevoli forme. I pezzi radiali o parameri, cioè le sezioni omologhe del corpo che son disposte in giro a mo' di raggi intorno all'asse principale mediano del corpo, si trovano nei coralli ora in numero di quattro, ora di sei, ora di dodici. In seguito a ciò noi distinguiamo come tre legioni i coralli a quattro raggi (*tetracoralla*), quelli a sei (*exacoralla*) e quelli ad otto (*octocoralla*). I *tetracoralli* (*rugosa*) appartengono ai più antichi zoofiti fossili e si trovano numerosi già nel sistema siluriano. A questo gruppo appartiene verosimilmente la forma-stipite comune dell'intera classe. Da semplici tetracoralli (con quattro cavità stomacali) si son verosimilmente sviluppati come due rami principali divergenti le due altre legioni, gli *octocoralli* per duplicazione dei quattro parameri (o bipartizione delle quattro tasche stomacali), gli *esacoralli* per sviluppo divergente dei due assi trasversali rimanendo semplici i parameri dell'uno mentre quelli dell'altro si raddoppiavano. Agli octocoralli (od alcionari) appartiene il noto corallo nobile rosso (*Eucorallium*) ed il nostro nordico *Alcyonium*. Agli esacoralli (o zoantari) appartengono le molli attinie e la gran massa dei coralli lapidei.

La quarta ed ultima stirpe dei celenterii è formata dei *platodi* (*platodes*) spesso anche detti platelminti (*plathelminthes*). Questo interessante ed importante gruppo contiene tre diverse classi: 1° i *turbellari* (*turbellaria*) rivestiti di ciglia vibratili e menanti vita libera; 2° i parassitici *trematodi* (*trematoda*) dalla pelle nuda; 3° i parassitici *cestodi* (*cestoda*) privi di canal digerente. Tutte tre queste classi sono strettamente affini come mostra l'essenziale corrispondenza nella struttura interna ereditaria del loro corpo fogliforme. Essi si distinguono per caratteri che evidentemente sono stati acquistati per adattamento a diverse condizioni di vita. Il gruppo stipite comune è dato

dai *turbellari* che per la massima parte vivono in mare, molti anche nelle acque dolci; pochi ancora sulla terra ferma (nelle umide foreste tropicali). Le più semplici forme di questi turbellari si rannodano ancora strettamente ai gastreadi e cnidari. Per adattamento alla vita parassitica son nati dai turbellari i *trematodi*, con ciò essi hanno perduto il primitivo rivestimento ciliato e in cambio hanno acquistato organi adesivi (ventose ed uncini). I *cestodi* hanno ereditato tali organi dai loro antenati, i trematodi, ma ne han perduto il canal digerente; pel loro soggiorno nell'intestino e nei tessuti di altri animali il canal digerente è divenuto inutile; l'assorbimento del succo nutritivo dell'ambiente avviene direttamente per la pelle.

I *platodi concordano cogli altri celenterii in tre importantissimi caratteri* che li distinguono dagli elminti, coi quali essi vengono solitamente riuniti. In primo luogo i platodi non hanno cavità generale, secondariamente non hanno sangue, terzo poi non hanno apertura anale. La mancanza di queste tre disposizioni così importanti per una funzione nutritoria superiore deve nei platelminti essere ritenuta primitiva come negli altri celenterati. È perciò che già nel 1872 (nella *Filosofia delle calcispongie*, pag. 465) io ho separato i platodi come *acelomi* (vermi senza cavità generale) dai *celomati* (o veri « vermi con cavità generale ») e, considerandoli come un gruppo molto più basso, li ho riuniti ai zoofiti (o celenterati).

D'altra parte i platodi si distinguono dagli altri celenterii e si rannodano agli elminti per la loro *forma fondamentale bilaterale* come pure pel possesso di un paio di reni primitivi o nefridii. La forma fondamentale bilaterale o dipleura (« il tipo bilateralmente simmetrico »), che noi ritroviamo anche generale nei tipi animali superiori, appare per più ragioni così importante che noi possiamo contrapporre questi ultimi come *bilateralia*, cioè animali bilaterali, agli animali *raggiati*. In tutti i *bilaterii*, cioè negli elminti, molluschi, echinodermi, articolati, tunicati e vertebrati, il corpo risulta originariamente, come nell'uomo, da due *metà laterali* (*antimeri*) che sono simmetricamente uguali. La metà, l'antimero, di *destra* fa simmetria colla metà, l'antimero, di *sinistra*. In entrambe le metà si trovano gli stessi organi, nella stessa connessione ed in posizione relativa uguale ma assolutamente opposta. Perciò in tutti questi bilaterii (contro ciò che si ha nei zoofiti) la posizione di tutte le parti del corpo è determinata da tre *assi di simmetria* od eutini: asse longitudinale, sagittale e trasversale. L'asse *longitudinale* od asse principale corre longitudinalmente attraverso il corpo della « persona » dal « polo orale » anteriore al polo opposto « aborale ». L'asse *sagittale* o asse di spessore (dorso ventrale) va dal disopra al disotto, dal polo dorsale al polo ventrale. L'asse *trasversale* o laterale attraversa il corpo dal polo destro al polo sinistro. Quest'ultimo asse è equipolare, mentre i due primi sono inequipolari. Perciò noi troviamo originariamente in tutti i bilaterii od animali a due metà il contrapposto di destra e sinistra, di dorso e di ventre, mentre questo contrapposto manca ancora nella maggior parte dei zoofiti o celenterii. Il profondo distacco che risulta per tal modo fra i *celenterii* ed *bilaterii*, va giù forse sino alla comune forma stipite della gastrea. In questo caso si dovrebbe ammettere, che le forme stipiti dei platodi siano nate da gastreadi, indipendentemente da quelle dei cnidari, e che le forme bilaterali dei cnidari non si son svolte che in via secondaria.

Evidentemente questa importante differenza nella *forma fondamentale* sta in connessione causale col modo originale di *locomozione* di questi animali. Le forme più antiche di zoofiti o *celenterii* si fissarono saldamente sul fondo del mare od andarono liberamente natando *senza direzione determinata*. In seguito a ciò esse conservarono

la forma fondamentale uniasse come la loro forma-stipite originaria, la gastrea uniasse (*Gastraea monaxonia*); oppure esse acquistarono una forma fondamentale ad assi incrociati, o raggiata, come il più dei cnidari. Invece gli animali bilaterali o *bilaterii* si mossero sin dal principio natando in mare o strisciando sul fondo di esso in una determinata direzione che rimase costante. Perciò il corpo primitivamente uniasse dei loro antenati gastreali divenne bilaterale e già l'antichissimo stipite comune dei platodi od elminti deve aver acquistato questa forma fondamentale bilaterale, già esso possedeva quei tre caratteristici assi di simmetria ed era perciò una *gastrea bilaterale* (*gastraea dipleura*).

I platodi si distinguono poi nettamente da tutti gli altri celenterii per la natura del più importante di tutti gli organi, dell'organo dell'anima, o *sistema nerveo centrale*. Esso ha qui conservato in generale la disposizione primitiva, quale noi dobbiamo presupporla nel più antico gruppo-stipite dei bilaterii. È un cosidetto *cervello primitivo* (*protoganglion*), un semplice ganglio nerveo del quale irraggiano simmetricamente dei filamenti laterali; per la sua posizione al disopra della bocca o della faringe esso viene anche spesso chiamato « ganglio soprafaringeo ». Questo protoganglio si è sviluppato primitivamente da una piastra apicale dorsale, alla superficie esterna del foglietto cutaneo della *Gastraea dipleura*, al disopra della bocca. Anche nel più degli elminti questo protoganglio conserva ancora gli stessi caratteri di semplicità primitiva come nei platodi, solo in pochi gruppi esso si è sviluppato ulteriormente e forma un cosidetto cingolo esofageo. Fra i cnidari solo una classe mostra un simile semplice sistema nerveo centrale, quella già ricordata dei rimarchevoli *ctenofori;* poichè questi anche per altri rispetti si avvicinano ai platodi e con essi appaiono persino essere uniti da forme di passaggio, parecchi zoologi ammettono ora, forse con ragione, un diretto nesso filogenetico fra questi due gruppi.

Un'importantissima disposizione ci si presenta per la prima volta e in modo affatto generale nel corpo dei platodi, vogliamo parlare dei *reni tubulari* o *nefridii* spesso anche chiamati « vasi acquiferi od organi escretori ». Essi servono ad espellere dal corpo degli umori inutili e corrispondono perciò agli organi urinari o reni degli animali superiori. Poichè essi mancano in modo affatto generale ai cnidari ed alle spugne ed invece sono generalmente costanti nei platodi noi dobbiamo ammettere che essi siano apparsi per la prima volta nelle antiche forme stipiti di questo *phylum*. Dai platodi essi son stati trasmessi agli elminti e da questi ai tipi animali superiori. Probabilmente i nefridii non sono in origine se non ghiandole cutanee ingrossate. Essi appaiono per solito nei platodi come un paio di tubi semplici o di canali ramificati i quali giaciono ai due lati dell'intestino ed in un punto sboccano all'esterno.

Abbandonando l'ampio dominio dei celenterii o celenterati, passiamo ora nella seconda grande cerchia di metazoi, nel ricco dominio dei *celomari* o *bilaterati*. Come fu già ripetutamente detto essi si distinguono dai primi sopratutto pel possesso d'una *cavità generale* (*coeloma*), una cavità che è affatto separata dal canal digerente e che racchiude una parte di esso. Inoltre quasi tutti i celomari (ad eccezione di pochi gruppi degenerati) possiedono del *sangue* ed i più anche speciali vasi sanguigni. Finalmente nel più dei celomari il canal digerente possiede due aperture, una apertura boccale ed una anale; nei diversi gruppi in cui manca l'*ano* esso è evidentemente andato perduto per regresso.

Per molte importanti ragioni noi dobbiamo ammettere che i *celomarii* discendano dai *celenterii* e precisamente dal quarto gruppo di essi che abbiamo in ultimo ricordato,

dai *platodi;* fra questi i moderni *turbellari* sono i più affini alle estinte forme stipiti dei celomari. Queste ultime han già avuto dai primi in *eredità la forma fondamentale bilaterale* del corpo, che dà diritto a riunirli insieme sotto al concetto di bilaterii o *bilaterati* (v. sopra, p. 308). Infine quell'ignota forma-stipite, cioè l'anello di passaggio fra i turbellari ed i celomari ha ricevuto dai primi in eredità ancora altre importanti conformazioni, cioè il protoganglio (o il ganglio nerveo sopraesofageo) ed *un paio di nefridii* o reni tubulari.

I sei tipi superiori del regno animale che costituiscono il nostro sottoregno dei celomari vengon ora quasi da tutti compresi filogeneticamente come io li ho raggruppati dapprima vent'anni fa, cioè si considera il tipo degli *elminti* come il gruppo-stipite comune da cui si sono sviluppati i cinque tipi animali superiori. Questi ultimi appaiono anche oggidì collegati coi primi da tante forme di passaggio e da tante intime relazioni ontogenetiche che quell'opinione è ammessa in modo generale. Invece sono ancora molto discrepanti le opinioni dei zoologi sul modo d'intendere le più ristrette relazioni di parentela dei cinque tipi superiori. Il più probabile, secondo me, si è che essi, indipendentemente gli uni dagli altri, siano nati da diversi rami del grande ceppo degli elminti, press'a poco nel modo mostrato dall'albero genealogico ipotetico della pag. 291.

Il tipo degli *elminti* (*helminthes*, spesso anche detti inesattamente *vermi*, *vermes* o *verminosa*) ha, per le ragioni sovra esposte, un interesse affatto speciale, poichè da un lato questo gruppo è la radice dei celomari che è nata dai platodi, e d'altra parte questo gruppo è il tronco comune da cui si sono svolti i cinque tipi animali superiori. Io limito qui il territorio di questo importante gruppo in modo molto più stretto che non si faccia abitualmente; da una parte io ne escludo i platodi che metto fra i celenterii, d'altra parte ne stacco gli anellidi che io annovero fra gli articolati. Così vien data la possibilità di definire più nettamente il difficile gruppo-stipite degli elminti e di limitarlo con caratteri determinati. Da un lato gli elminti si distinguono dai platodi che stanno più in basso pel possesso della cavità generale, del sangue e dell'ano; dall'altro poi si distinguono dai cinque tipi animali superiori per la mancanza dei caratteri positivi che segnalano ognuno di questi (cfr. pag. 290). Specialmente tutti gli animali qui riuniti sotto il nome di elminti sono *bilaterati inarticolati* con semplice ganglio nerveo od un cingolo esofageo; manca ad essi in modo generale il mantello e la radula dei molluschi; il sistema ambulacrale ed il centro nerveo raggiato degli echinodermi, la catena ventrale degli articolati, la corda ed il tubo midollare dei tunicati e vertebrati.

Le dieci classi che io distinguo qui nel tipo degli elminti possono essere raggruppate in quattro cladomi o classi superiori: 1° rotiferi (*rotatoria*); 2° nematelminti (*strongylaria*); 3° rincoceli (*rhynchocoela*) e 4° brachelminti (*prosopygia*). Come possiamo figurarci approssimativamente l'oscura filogenesi di questi gruppi lo mostra l'albero genealogico a pag. 291). Noi accenneremo qui brevemente a queste classi poichè la loro parentela e discendenza ci appaiono ancora oggidì molto intricate ed oscure. Solo numerose ed esatte ricerche sull'embriologia degli elminti ci potranno in avvenire rischiarare alquanto la loro filogenesi.

Il primo cladoma degli elminti è costituito dai *rotiferi* intesi in vasto senso (*rotatoria*). Essi possono venir anche chiamati *vermi primitivi* (*archelminthes*), poichè ad essi appartiene verosimilmente l'estinta forma-stipite comune degli elminti. Questo « verme primitivo » (*Prothelmis*), derivato dai più semplici turbellari rabdoceli, noi ce lo rappresentiamo come un semplicissimo verme inarticolato coperto di ciglia

Specchio sistematico dei Cladomi e delle classi degli Elminti.

CLADOMI O CLASSI SUPERIORI	CLASSI DEGLI ELMINTI	NOMI DI GENERI COME ESEMPIO	OSSERVAZIONI SPECIALI
I. ROTATORIA (Archelminthes)	1. **Protelminti** (Trocozoa)	Prothelmis, Trocosphaera	Cute delicata con organi vibratili; canale digerente semplice, diritto; ano posteriore (Relazioni filogenetiche coi platodi).
	2. **Gastrotrichi** (Ichtydina)	Chaetonotus, Ichtydium	
	3. **Rotiferi** (Rotifera)	Philodina, Hydatina	
II. STRONGYLARIA (Nemathelminthes)	4. **Nematodi** (Nematoda)	Trichina, Ascaris	Cute resistente senza organi vibratili; canale digerente semplice e diritto; ano posteriore (Relazioni filogenetiche cogli articolati).
	5. **Acantocefali** (Acanthocephala)	Echynorhynchus, Acanthocephalus	
	6. **Chetognati** (Chaetognata)	Sagitta, Spadella	
III. RHYNCHOCOELA (Rhynchelminthes)	7. **Nemertini** (Nemertina)	Polia, Nemerthes	Cute molle con rivestimento ciliato; canale digerente diritto con una tromba anteriormente; ano posteriore (Relazioni filogenetiche coi cordati.
	8. **Enteropneusti** (Enteropneusta)	Tornaria, Balanoglossus	
IV. PROSOPYGIA (Brachelminthes)	9. **Briozoi** (Bryozoa)	Loxosoma, Flustra	Cute molle generalmente inclusa in conchiglie o tubi; intestino curvo a ferro di cavallo; ano presso alla bocca; tentacoli o braccia in giro presso alla bocca (Relazioni filogenetiche coi vertebrati).
	10. **Brachiopodi** (Brachiopoda)	Lingula, Terebratula	
	11. **Foronidi** (Phoronea)	Actinotrocha, Phoronis	
	12. **Sipunculidi** (Sipunculea)	Sipunculus, Priapulus	

vibratili, il cui semplice canal digerente possiede una bocca ed un ano; sulla sua bocca sta un ganglio nerveo semplice od appaiato (« piastra apicale »); nella sua semplice cavità generale sbocca un paio di nefridii. Sembrano essere molto affini a questo ipotetico verme primitivo i moderni ictidini (*gastrotricha*) che sono piccoli abitatori delle acque dolci.

Strettamente affine ad esso sembra poi essere la *trochophora*, quella notevolissima forma larvale che con molteplici modificazioni compare nell'ontogenesi di differentissime classi di celomari, ed è probabilmente il vestigio ereditario d'un corrispondente gruppo-stipite filogenetico (*trochozoa*). Uno sviluppo già alquanto superiore sembrano avere i singolari rotatori (in stretto senso), i *rotifera*. Essi sono molto piccoli, in parte microscopici, per cui dapprima essi vennero erroneamente confusi come « animaletti delle infusioni » coi veri infusori. Essi sono specialmente molto sparsi nell'acqua dolce e vanno nuotando mediante un particolare apparato vibratile il cosidetto « organo rotatorio ». Questo organo rotatorio si ripresenta in forma di cingoli ciliati, di *velum*, ecc., tanto nelle larve o forme giovanili di molti altri elminti quanto anche nelle giovani larve dei tipi animali superiori. Perciò le antichissime forme-stipiti di essi che prime si sono sviluppate dagli elminti posseggono forse strette relazioni filogenetiche coi raggiati. Altri zoologi invece considerano questo gruppo come regredito e non dànno a quella rassomiglianza dei diversi « organi rotatorii » alcuna importanza palingenetica.

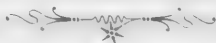
Il secondo cladoma degli elminti contiene la grande sezione dei *vermi tondi* (*strongylaria* o *nemathelminthes*), distinti per la loro pelle resistente, non vibratile, per la forma cilindrica allungata, e per la molto semplice struttura. Essi vivono in massima parte come parassiti nell'interno di altri animali e di piante; sono molto sparsi. Fra i parassiti umani appartengono ad essi segnatamente le famose trichine, l'ascaride (*Ascaris*), il tricocefalo (*Trichocephalus*), le filarie (*Filaria*), ecc. Oltre ai veri vermi tondi o *nematodi* (*nematoda*), appartengono ancora a questa classe superiore i parassitici *gordiacei* che pel loro parassitivo han perduto in parte il loro canal digerente e gli *acantocefali* che l'hanno perduto interamente (come i cestodi). Anche le curiose sagitte (*chaetognathi*) che nuotano in grandi masse alla superficie del mare vengono spesso qui annoverate; tuttavia per la loro particolare struttura esse stanno alquanto isolate e mostrano già segni di un'organizzazione superiore. L'originarsi della cavità generale da un paio di tasche celomiche le quali crescono dalle pareti della cavità gastrica primitiva e da essa si staccano si può in queste sagitte osservare con molta chiarezza (Cfr. tav. V, fig. 19, 20).

Si deve considerare come un gruppo antichissimo e filogeneticamente importante il cladoma dei *vermi a tromba* (*rhynchocoela* o *rhynchelmintes*). Esso comprende i nemertini e gli enteropneusti, due classi abbastanza diverse che però si segnalano per la loro particolare tromba, come pure per rimarchevoli rapporti di parentela cogli echinodermi e coi cordonii (tunicati e vertebrati). La classe dei *nemertini* (*nemertina*) contiene numerosi vermi in gran parte marini di aspetto allungato ed appiattito, spesso nastriforme. Essi vennero dapprima annoverati fra i platodi, si elevano però molto al disopra di questi celenterii perchè possiedono vasi sanguigni ed un'apertura anale. La classe degli *enteropneusti* (*enteropneusta*) non contiene che un solo genere, ma molto notevole, di vermi, il *Balanoglossus* sepolto nelle sabbie marine. Pel suo notevole intestino branchiale esso sembra essere un antichissimo superstite di quegli elminti da cui debbonsi derivare i cordati (tunicati e vertebrati).

Il quarto ed ultimo cladoma degli elminti è costituito dai *vermi colle braccia* (*prosopygia* o *brachelminthes*). Esso si compone di quattro classi che tutte concordano nella conformazione caratteristica del canal digerente e nel possesso di tentacoli o braccia boccali. Due di queste quattro classi (briozoi e brachiopodi) venivano dapprima collocate erroneamente fra i molluschi e molto inesattamente designate sotto il nome di *molluscoidi*. I *briozoi* od animali-muschi (*briozoa*) formano una classe ricca di forme le cui eleganti colonie (in massima parte marine) sono molto simili ai polipai. I marini *brachiopodi* (*brachiopoda*) hanno una conchiglia calcarea bivalve simile a quella dei lamellibranchi, essi si trovano pietrificati in grandi masse già nelle più antiche masse rocciose fossilifere ed hanno grande importanza per la geologia come « conchiglie caratteristiche ». Le due altre classi che ultimamente Arnold Lang nel suo ottimo trattato di anatomia comparata ha riunito alle due prime sotto il nome di « prosopigli » sono i marini *foronidi* (*phoronea*) e *sipunculidi* (*sipunculida*); prima questi venivano riuniti ora agli echinodermi, ora agli articolati.

Il grande e ricco tipo degli elmintozoi veniva finora considerato come il buio ripostiglio della zoologia, in cui venivano accumulati tutti gli animali inferiori poco noti o che non si sapeva dove collocare. Frattanto esso guadagna molto in chiarezza morfologica ed in interesse filogenetico quando si limiti più nettamente nel modo ora esposto la sua comprensione. Allora, dopo esclusi da una parte i platodi e dall'altra gli anellidi, rimangono i quattro citati cladomi che concordano nei più importanti caratteri morfologici. Così limitato il tipo degli elminti appare come un gruppo intermedio importantissimo, come un anello che collega i celenterii (platodi) da un lato coi tipi animali superiori dall'altro. Questi ultimi si sono svolti divergentemente dal ramosissimo gruppo dei vermi mentre la radice di questo è da cercarsi nello stipite dei platodi.

Per giudicare della filogenesi degli elminti è necessario usare una speciale cautela ed un riserbo critico, poichè nel più delle classi mancano quasi affatto documenti paleontologici. Noi siamo dunque quasi esclusivamente ridotti ai documenti dell'anatomia comparata e dell'ontogenesi, ed i risultati di queste sembrano qui sovente contraddirsi. Ancora le lacune fra molte singole classi e famiglie sono spesso molto grandi. Tutti i gruppi viventi di elminti appaiono solo come singoli ramoscelli di un potente albero che nelle nebbie del tempo primordiale aveva sviluppati molti grandi e rigogliosi rami. La parte di gran lunga maggiore di essi è da gran tempo morta senza averci lasciato traccia alcuna della sua esistenza.



VENTIDUESIMA CONFERENZA

Genealogia dei Molluschi ed Echinodermi.

Tipo dei molluschi o malacozoi. — Organizzazione di essi. — Parentela delle tre classi principali. — Gruppo-stipite dei gasteropodi (*Cochlides*). — Origine dei lamellibranchi (*acephala*) per regresso del capo. — Origine dei polipi (*Cephalophoda*) per ulteriore sviluppo del capo e delle sue braccia. — **Tipo degli echinodermi. — Organizzazione di essi. — Forma fondamentale bilaterale-quinqueradiata. — Sistema dei vasi acquiferi. — Ontogenesi. — Ipotesi della filogenesi degli echinodermi.** Ipotesi della pentastrea (1866). — Derivazione di tutti gli echinodermi dagli asteridi, **e di questi da vermi articolati (vermi corazzati o *phracthelmintes*). — Le tre classi superiori degli echinodermi. — Astrozoi (stelle di mare ed ofiure). — Pelmatozoi (crinoidi, blastoidi e cistoidi).** — Echinozoi (ricci di mare ed oloturie). — Ipotesi della pentactea di Semon (1888). — **Significazione filogenetica della comune forma larvale, ontogenetica: la pentactula.**

Signori!

I grandi gruppi naturali superiori del regno animale che noi abbiamo distinto col nome di *tipa* o *phyla* hanno per la nostra filogenesi o genealogia importanza molto diversa. Essi non si possono nè ordinare gli uni sopra gli altri in singole serie graduate, nè considerare come stirpi affatto indipendenti, nè come rami equivalenti d'un unico albero genealogico. Piuttosto, come abbiamo visto nelle ultime conferenze, la gastrea ci si presenta come forma-stipite comune di tutti i metazoi. Quest'antichissima forma gastreale la cui primitiva esistenza ci è ancor oggi testimoniata palpabilmente dalla forma embrionale di *gastrula* presentataci dai più differenti animali, ha generato dapprima una quantità di diversi *gastreadi* che noi per la loro primitiva organizzazione dobbiamo considerare come semplicissimi *celenterii* e *zoofiti*. Dai gastreadi si sono più tardi sviluppati i rimanenti animali inferiori, da un lato le spugne ed i cnidari, dall'altro i *platodi* (*platodes*). Da questi ultimi sono nati gli *elmintozoi* (*helminthes*). Questo tronco multiforme e molto ramificato lo dobbiamo a sua volta considerare come il gruppo-stipite comune dal quale (da rami affatto distinti) son germogliati gli altri tipi, le stirpi superiori del regno animale (Cfr. l'albero genealogico ipotetico della pag. 291).

L'ordinamento seriale da adottarsi quando si considerino i tipi superiori del regno animale è per sè affatto indifferente. Infatti questi phyla non hanno fra di loro stretti rapporti di parentela, piuttosto essi si sono svolti da rami affatto diversi del gruppo dei vermi. Noi possiamo considerare come il più imperfetto, il più basso di questi tipi, almeno riguardo allo sviluppo morfologico, il tipo dei *malacozoi* (*mollusca*). Questo tipo contiene tre classi superiori o cladomi, i gasteropodi (*cochlides*), i *lamellibranchi* o *conchiferi* (*conchades*) ed i cefalopodi (*teuthodes*). I gasteropodi costituiscono la massa principale ed il gruppo-stipite del tipo dei molluschi. Da essi son nati per regressione i *conchiferi*, per progresso i *cefalopodi*.

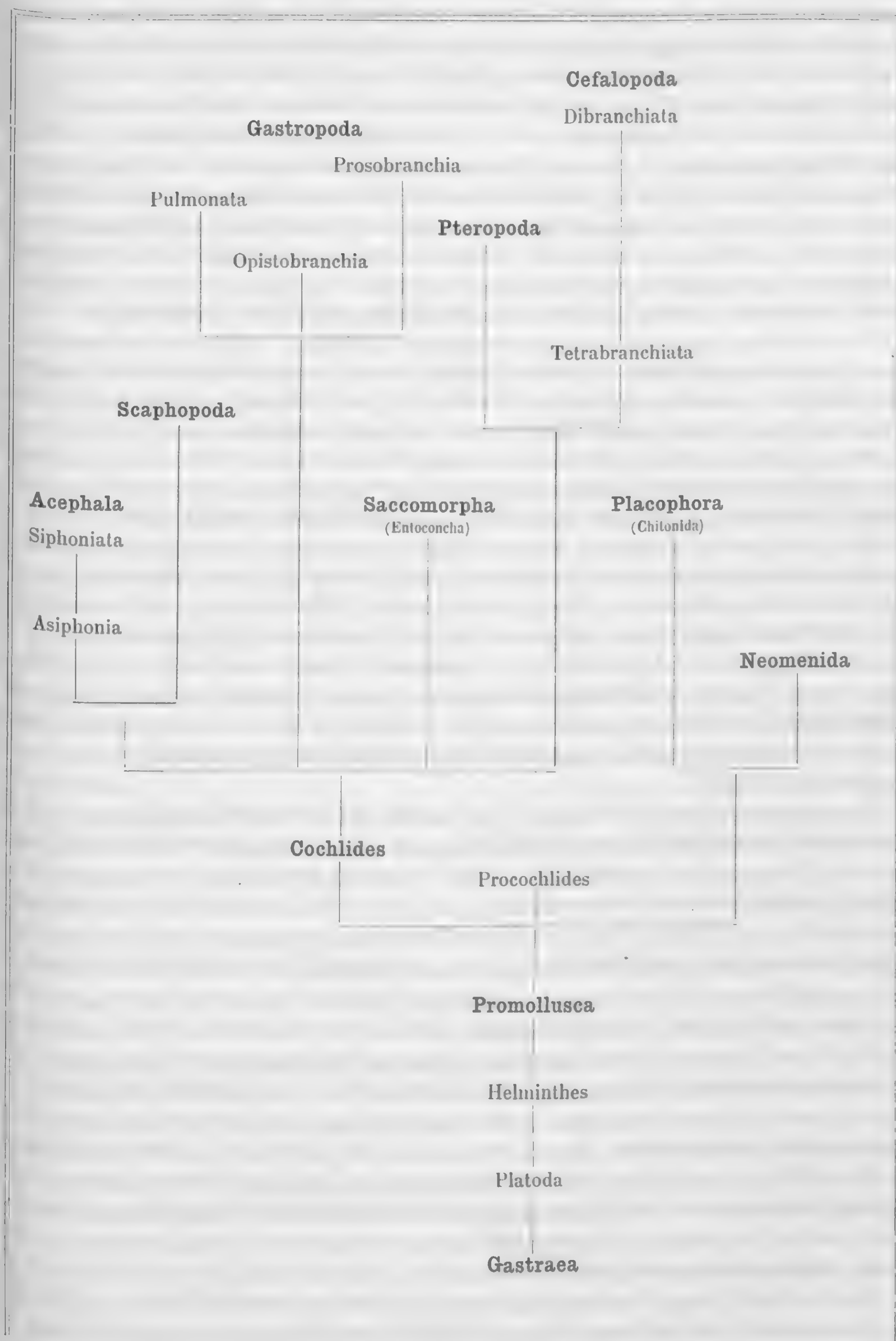
Caratteristico per tutti i molluschi è il corpo sacciforme *inarticolato* la cui superficie ventrale muscolosa costituisce un *piede* variamente conformato, il più sovente fatto a suola e adatto allo strisciamento, mentre la cute della convessa superficie dorsale si solleva in giro formando una piega a mo' di mantello, e detta appunto *mantello*. La forma fondamentale del corpo, avuta in eredità dai vermi loro antenati, è *bilaterale* o a due lati simmetrici, tuttavia si sviluppa spesso una notevole *asimmetria* cosicchè la metà destra del corpo appare molto più sviluppata che la sinistra, o viceversa. Fra il margine del piede ed il margine del mantello è presente, in origine, una cavità in cui giaciono le *branchie* che servono alla respirazione (cavità del mantello o cavità branchiale). Giammai noi incontriamo qui quella evidente segmentazione del corpo, quell'articolazione o metameria che nei tre tipi degli echinodermi, articolati e vertebrati diviene la causa essenziale dello sviluppo e del perfezionamento morfologico superiore. Invece in tutti i molluschi, in tutti i conchiferi, gasteropodi, ecc., l'intero corpo costituisce un intero *sacco inarticolato* nella cui cavità giaciono gli intestini. Solo la parte anteriore del corpo si distacca più o meno nettamente come *capo* dal tronco inarticolato. Nel più dei gasteropodi questo capo è mediocremente sviluppato, e porta un paio d'occhi ed un paio di tentacoli come pure la bocca con mandibola e dentatura, ed una lingua con una raspa o radula multidentata. Nei conchiferi il capo è regredito, nei cefalopodi invece ha uno sviluppo superiore.

Il *sistema nerveo* dei molluschi è molto caratteristico e risulta originariamente da un cingolo esofageo da cui partono lateralmente due paia di grossi nervi laterali (*amphineura*). Per solito tuttavia questi sono sviluppati in tale guisa che un cervello primitivo o ganglio cerebrale superiore è collegato per mezzo di un cingolo esofageo anteriore, con un sottostante ganglio del piede e per un cingolo esofageo posteriore con un ganglio branchiale collocato posteriormente. Nella gran maggioranza dei molluschi il molle corpo sacciforme è protetto da una *conchiglia calcarea*, che è una secrezione indurita del mantello. Originariamente questa *conchiglia* è uno scudetto o una coppa appiattita che ricopre il dorso. Nel più dei gasteropodi e cefalopodi essa crescendo forma un tubo ravvolto a spira e costituisce la nota « chiocciola ». Nei conchiferi però essa si scinde in due valve laterali che rimangono connesse dorsalmente per mezzo di un « legamento ». In causa di questa solida conchiglia calcarea i molluschi vengono chiamati « conchigliferi » (*conchylia*) (*ostracoderma* di Aristotele). Sebbene si trovino petrefatti in grande quantità in tutti gli strati nettunici, tuttavia essi non ci dicono gran che sullo sviluppo storico di questo tipo. Questo infatti ha luogo in gran parte nell'antica età primaria. Già fin negli strati siluriani noi troviamo petrificate le une presso le altre tutte tre le grandi classi dei molluschi, e questo dimostra chiaramente, d'accordo con molte altre testimonianze, che il tipo dei molluschi aveva raggiunto già allora un grande sviluppo, mentre i tipi superiori, sopratutto articolati e vertebrati, erano appena fuori dai primordii del loro sviluppo storico. Nelle età successive, sopratutto nell'età primaria e poi nella secondaria, questi tipi superiori articolati si svilupparono sempre più a spese degli inarticolati molluschi e vermi; questi non erano in caso di competere coi primi nella lotta per l'esistenza e per conseguenza dovettero ridursi sempre più. I molluschi e vermi ancor oggi viventi non devono considerarsi che come un residuo relativamente debole della potente fauna che nell'età primordiale e primaria dominava in modo affatto preponderante su tutti gli altri tipi. La grande maggioranza dei moderni molluschi vive in mare, un numero molto minore nelle acque dolci; abitatori della terra ferma sono solo i polmonati.

Specchio sistematico delle classi ed ordini dei Molluschi (Mollusca).

CLASSI		ORDINI	SOTTORDINI	ESEMPI DI GENERI
I. COCHLIDES	I. Promollusca	1. Procochlides	1. Procochlides	Procochlis
			2. Neomenida	Neomenia
		2. Amphineura	3. Placophora	Chiton
	II. Gastropoda	3. Prosobranchia	4. Chiastoneura	Fissurella
			5. Orthoneura	Murex
			6. Eteropoda	Carinaria
		4. Opisthobranchia	7. Tectibranchia	Aplysia
			8. Nudibranchia	Doris
			9. Saccoglossa	Elysia
		5. Pulmonata	10. Branchiopneusta	Lymnaeus
			11. Nephropneusta	Helix
	III. Scaphopoda	6. Scaphopoda	12. Dentalida	Dentalium
II. CONCHADES	IV. Acephala	7. Asiphonia	13. Palaeoconchae	Arca
			14. Monomyaria	Ostrea
			15. Najades	Unio
		8. Siphoniata	16. Disiphonia	Tellina
			17. Gamosiphonia	Solen
			18. Inclusa	Teredo
	V. Saccomorpha	9. Saccomorpha	19. Entoconchida	Entoconcha
III. TEUTHODES	VI. Pteropoda	10. Pteropoda	20. Propteropoda	Conularia
			21. Thecosomata	Hyalaea
			22. Gimnosomata	Clio
	VII. Cephalopoda	11. Tetrabranchia	23. Proteuthides	Orthoceras
			24. Polyolenae	Nautilus
		12. Dibranchia	25. Decolenae	Sepia
			26. Octolenae	Octopus

Albero genealogico dei Malacozoi o Molluschi.



In nessun tipo animale mostrasi più chiaro che in quello dei molluschi quanto diverso è il valore che i fossili posseggono per la *geologia* da quello che posseggono per la *filogenesi*. Per la geologia le diverse specie delle conchiglie petrificate hanno la massima importanza, poichè esse come « conchiglie caratteristiche » prestano eccellenti servizi per caratterizzare i diversi gruppi di strati e determinare la loro età relativa. All'incontro per la filogenesi dei molluschi esse per solito non hanno che piccolo valore, poichè da un lato esse son parti del corpo che hanno un'importanza morfologica affatto subordinata, e perchè d'altra parte la vera evoluzione del tipo avviene nella più antica età primaria, della quale non ci son conservati fossili riconoscibili di sorta. Molti gasteropodi con conchiglia di forma somigliante hanno un'organizzazione interna affatto differente, e viceversa. Quando noi dunque vogliamo costruire l'albero genealogico dei molluschi, noi dobbiamo sopratutto ricorrere agli archivii dell'anatomia comparata e dell'ontogenesi dai quali risulta press'a poco quanto segue.

Noi dobbiamo considerare come vero gruppo principale o stipite dei molluschi la gran classe dei *gasteropodi* (*cochlides*). Da essa si sono verosimilmente svolti i bivalvi per sviluppo regressivo, e viceversa i cefalopodi per sviluppo progressivo; i primi hanno perduto il capo, questi ultimi invece lo hanno sviluppato ancor più. La gran classe dei gasteropodi si divide in molte classi ricche di forme; tuttavia malgrado le loro svariate e molteplici modificazioni esse si mostrano pur sempre per la loro comune forma giovanile come prossimi discendenti di un antichissimo stipite comune. Questa forma tipica ipotetica estinta da milioni di anni, il gasteropodo primitivo (*Procochlis*) possiamo immaginarcela come una forma di passaggio fra gli infimi gasteropodi ancor oggi viventi (*amphineura*) e gli inarticolati *elminti*. Nella sua ontogenesi doveva già apparire l'interessante *larva veligera* (*Veliger*), che ancor oggi appare temporaneamente nella storia embrionale del più dei molluschi. Questa larva veligera trae il suo nome da una grande « vela » bilobata vibratile od organo rotatorio (*velum*) che appare sulla superficie frontale del giovane mollusco, mentre il dorso ne è coperto da una piccola conchiglia a scodella. Questa forma si può derivare immediatamente dalla *trocophora* degli elminti.

Possono essere considerati come i più antichi dei molluschi presenti come quelli che stan più presso alla forma-stipite comune di tutti i molluschi, i vermiformi *neomenidi* (*Neomenia*, *Chaetoderma*), oppure i loro affini *placofori* (*Chiton*). Questi ultimi, i *placophora*, sono ora considerati per solito come una classe speciale distinta pel fatto che la conchiglia dorsale si divide in otto piastre calcaree poste l'una dietro l'altra. Pel carattere primitivo della loro interna struttura son loro più affini di tutti i gasteropodi a branchie pari (*zeugobranchia*) che vengono collocati nella estesa classe dei *gastropodi*. Il loro piede è una suola piatta su cui il mollusco striscia come è a tutti noto per la nostra comune chiocciola terrestre. Ma i gastropodi si distinguono le tre divisioni principali dei prosobranchi, opistobranchi e polmonati. Nei prosobranchi (*prosobranchia*) la branchia giace anteriormente al cuore, negli opistobranchi (*opistobranchia*) posteriormente ad esso. Nei polmonati (*pulmonata*), cui appartengono le comuni chiocciole (*Helix*) e limaccie (*Limax*), la camera branchiale per adattamento alla respirazione aerea si è trasformata in una cavità polmonare. Questi polmonati sono i soli molluschi che abbiano abbandonato la loro primitiva dimora acquatica e che si siano adattati alla vita terragnola.

Una delle più notevoli forme di molluschi è l'*Entoconcha mirabilis* che costituisce la classe speciale dei *saccomorpha*. Quest'*Entoconcha* fu scoperta dal grande zoologo

berlinese Giovanni Müller nel seno di Muggia presso Trieste. Allo stato adulto essa è un semplice sacco che è ripieno d'uova e di sperma e si trova attaccato all'intestino di un oloturide (*Synapta*). Non si sarebbe mai immaginato che questo semplice sacco di uova fosse un mollusco trasformato se dalle uova non si sviluppassero delle giovani chioccioline che rassomigliano interamente alle larve veligere (*Veliger*) dei soliti gastropodi branchiati (*Natica*) e posseggono una vela ciliata ed una conchiglietta. Evidentemente, per adattamento alla vita parassitica, qui il gastropodo è così degenerato che esso ha perduto poco alla volta tutti gli organi, salvo la pelle e gli organi sessuali. Fra i molluschi questo fatto sta isolato, mentre nelle sacculine (*Sacculina*) fra i crostacei esso si ripete spesso. Per questi parassiti completamente regrediti la sola ontogenesi ci dà indicazione della loro origine e della loro filogenesi.

Probabilmente è pure per una *regressione* (che tuttavia ha interessato specialmente il solo capo) che da un gruppo di gasteropodi son nati i *conchiferi* (*conchades*). Per questa mancanza di capo i conchiferi sono spesso anche chiamati *acefali* (*acephala*) e per le loro branchie a foglietti *lamellibranchi* (*lamellibranchiata*). Altri pel loro piede cuneiforme li chiamano *pelecipodi* (*pelecypoda*), altri ancora per la loro conchiglia a due valve li chiamano *bivalvi* (*bivalva*). Tutti i conchiferi hanno perduto il capo e perciò anche le mandibole e la caratteristica piastrina linguale, raspa, rivestita di denti (*radula*) che si ritrova in tutti gli altri molluschi (escluse le degenerate entoconche). Come causa di questa metamorfosi regressiva così spinta è probabilmente da considerarsi l'adattamento alla *vita fissa*: anche oggidì molti bivalvi son fissi sul fondo del mare, parte aderenti per la loro conchiglia (ostriche), parte mediante il bisso che è uno speciale ciuffo di filamenti che è prodotto da una ghiandola del piede (*mitili*, *pinne*). Anche i due occhi del capo sono andati perduti nei bivalvi, tuttavia a sostituirli parecchi di essi hanno acquistato un gran numero di nuovi occhi che giaciono in una lunga serie ai due margini del loro ampio mantello. La conchiglia dorsale primitivamente semplice dei gasteropodi si è divisa nei conchiferi in tre pezzi, in due valve laterali ed un *legamento* che scorre sul dorso e riunisce le due valve in una « cerniera ».

La nostra ipotesi filogenetica *che i conchiferi siano nati da un gruppo di gasteropodi per regressione e perdita del capo* è confermata tanto dall'anatomia comparata e dall'ontogenesi, quanto anche dal fatto che ancor oggi esiste una forma intermedia che connette i due gruppi: questa è il genere *Dentalium* che forma la speciale classe degli *scafopodi*. Ad esso si rannodano strettamente le foladi che coi *Solen* e le *Venus* appartengono all'ordine dei sifoniati. In questi *sifoniati* si trovano tubi respiratorii sviluppati, che mancano all'ordine degli *asifonii*. A questi ultimi appartengono le ostriche e le madreperle, come pure i nostri comuni bivalvi d'acqua dolce o najadi.

Una classe singolare di molluschi è quella degli *pteropodi* (*pteropoda*), animali marini nudi che popolano in grandi schiere il mare e sono il cibo principale dei cetacei. Per mezzo di due grandi lobi o alette che stan presso al capo (e provengono da una modificazione della parte anteriore del piede) essi vanno, per così dire, svolazzando nell'onda come « farfalle di mare ». Sotto molti rapporti essi fanno il passaggio dai gasteropodi ai *teutodi* (*teuthoda*) e da alcuni zoologi vengono a questi riuniti. La gran massa di questi ultimi è formata dalla rimarchevole classe, già molto studiata da Aristotele, dei *cefalopodi* (*cephalopoda*). Anche questi vivon tutti natanti in mare. Per la loro considerevole mole e perfetta organizzazione, sopratutto per l'elevato sviluppo del loro grosso capo, essi si sollevano notevolmente al disopra dei gasteropodi, sebbene

discendano indubbiamente da questi. Essi si distinguono dai gasteropodi per otto, dieci o più lunghe braccia, le quali circondano in giro la bocca e rappresentano speciali membra cefaliche (come i « globi cefalici » dei pteropodi). I cefalopodi che ancor oggidì vivono nei nostri mari, le sepie, calamai, argonauti e nautili, non sono che miseri resti della ricca schiera che formava questa classe nei mari dell'età primordiale, primaria e secondaria. Le numerose petrificazioni di ammoniti (*Ammonites*), nautili (*Nautilus*) e belemniti (*Belemnites*) fan testimonio ancora oggidì di quella grandezza da gran tempo svanita. Il maggior numero di questi teutodi estinti appartengono alla legione dei *tetrabranchiati* (*tetrabranchiata*), dei quali oggi non rimane che il singolare *Nautilus*. Tutti gli altri cefalopodi moderni sono *dibranchiati* (*dibranchiata*).

I diversi ordini che si distinguono nelle classi dei molluschi e la cui serie sistematica ci è data dalla precedente tabella (pag. 316) dànno nella loro evoluzione storica e nella corrispondente evoluzione sistematica molteplici prove della validità della legge di progresso. Poichè tuttavia questi gruppi subordinati di molluschi non hanno per se stessi alcun altro speciale interesse, io vi rimando allo schizzzo (dato a pag. 317) della loro genealogia e mi volgo subito a considerare il tipo degli echinodermi.

Al tipo degli echinodermi (*echinoderma* od *estrellae*) appartengono le stelle di mare, le ofiure, i blastoidi, i crinoidi, i ricci di mare ed i cocomeri di mare od oloturie (Cfr. tav. IX, come pure lo specchio delle classi a pag. 324 e loro albero genealogico a pag. 325). Essi formano una delle più interessanti e tuttavia delle meno note sezioni del regno animale. Tutti gli echinodermi vivono in mare, nella cui economia essi hanno una parte importante. Chiunque sia mai stato qualche settimana al mare avrà visto almeno due forme di essi, le stelle ed i ricci di mare. Per la loro organizzazione affatto particolare gli echinodermi sono da considerarsi come un tipo animale affatto indipendente e sopratutto interamente da separarsi dai cnidari od acalefi, coi quali dapprima erano compresi erroneamente sotto il nome di raggiati.

Tutti gli echinodermi sono distinti per la riunione di parecchie disposizioni strutturali affatto speciali e per ciò essi si allontanano di molto da tutti gli altri tipi di animali. Tali caratteri principali morfologici sono per noi la forma fondamentale simmetrica quinqueradiata, lo scheletro calcareo del *corium*, i centri nervei a cinque raggi, e prima di tutto il sistema di vasi acquiferi. Già alla osservazione superficiale della forma esterna tutti gli echinodermi colpiscono per la loro *forma fondamentale simmetrica a cinque raggi* (tav. IX). Quasi sempre il corpo è formato di cinque raggi o parameri che son disposti a stella attorno all'asse principale del corpo ed in questo asse si incontrano. Solo in alcune specie di asterie il numero di questi raggi sale al disopra di cinque, a 6-9, 10-12 o persino 20-40; e in questo caso il numero dei raggi nei diversi individui della stessa specie per solito non è fisso, ma variabile. Gli stessi cinque parameri possiedono una struttura bilateralmente simmetrica ed articolata, composta da due metà simmetriche od antimeri, come un anellide. Ora tutti i cinque pezzi hanno la stessa forma, ora son differenziati in tal guisa che il complesso del corpo quinqueradiato appare nuovamente bilaterale e composto da due antimeri con un piano mediano perpendicolare che lo divide per metà. Allora un paramero in pari giace in questo piano mediano, mentre i quattro altri si distribuiscono a paia fra le due metà, da ogni lato uno anteriore ed uno posteriore. Nell'interna struttura del corpo è espresso in modo affatto generale l'accenno a questa simmetria bilaterale, e poichè essa appare già nella prima gioventù essa deve tenersi per un antichissimo carattere ereditario.

Il peculiare scheletro cutaneo quinqueradiato degli echinodermi nasce da un *calcificarsi del chorion*, dal deporsi nel tessuto connettivo di esso di eleganti bastoncini calcarei microscopici; per solito questi bastoncini si uniscono a formare piastrine traforate ed in molti nascono così grandi piastre che si uniscono in modo molto caratteristico a formare un solido guscio, simile ad un involgio calcareo esterno.

Parimenti caratteristica è poi per gli echinodermi la speciale forma del loro sistema nerveo centrale. Nello stesso modo che gli elmintozoi si distinguono pel loro semplice proganglio cerebrale, i molluschi pel loro doppio cingolo esofageo ed i vertebrati pel loro midollo spinale, così posseggono gli echinodermi un *midollo stellato* loro particolare, un anello boccale, dai cui angoli irraggia in ogni paramero un midollo ventrale (normalmente dunque cinque). Questo raggio nerveo scorre, come il midollo ventrale degli articolati, sul lato centrale di ogni paramero sino alla sua estremità.

Finalmente gli echinodermi si distinguono fra tutti gli altri animali pel loro particolare *sistema ambulacrale*, apparato locomotore estremamente notevole. Questo risulta da un complicatissimo sistema di canali o tubi, che dall'esterno vengono riempiti di acqua di mare. L'acqua di mare in questi condotti vien propulsa parte da ciglia vibratili, parte dalla contrazione delle pareti muscolari dei tubi stessi paragonabili a tubi di gomma. Dai tubi l'acqua viene spinta in numerosissimi pedicelli cavi che perciò si inturgidiscono e vengono allora adoperati come organi di moto e come ventose. Ogni pedicello sta in comunicazione con una vescicola interna. Se l'echinoderma vuol strisciare esso spinge l'acqua dalla vescicola dentro nel pedicello. Già nella prima gioventù si sviluppano attorno alla bocca cinque braccia che sono riempite dall'anello boccale di vasi acquiferi. Anche i tentacoli, le branchie ed altri organi sono provvisti dal sistema ambulacrale.

Inoltre tutti i raggiati possiedono un canal digerente ben sviluppato, una cavità generale ed un sistema di vasi sanguigni, muscoli molto sviluppati e sessi separati (raramente riuniti). Insomma essi appaiono in complesso dal punto di vista morfologico come animali di molto elevata struttura, mentre essi fisiologicamente e sopratutto riguardo all'attività psichica rimangono ad un livello molto basso. Singolarissima è la loro ontogenesi dagli uni considerata come una generazione alternante, dagli altri come una metamorfosi. Essa getta una notevole luce sulla filogenesi di questi mirabili animali. Entro i limiti delle singole classi essa è abbastanza chiara, poichè numerosi e ben conservati fossili ci chiariscono l'evoluzione storica dei gruppi maggiori e minori. Ma la parentela delle classi come pure la loro origine comune da una antica forma primitiva è una difficilissima, per vero anche interessantissima, questione filogenetica.

Per sciogliere questo quesito si son fatti da venti anni a questa parte, sopratutto negli ultimi dieci anni, molti diversi tentativi, nessuno però con risultato decisivo. Due di queste *ipotesi sulla filogenesi degli echinodermi* saranno qui brevemente esposte e comparate perchè esse intraprendono da due punti di partenza diametralmente opposti il tentativo di risolvere ampiamente quel problema. Chiamerò per brevità il più vecchio, *ipotesi della pentastrea*, il recente, *ipotesi della pentattea*. La prima ipotesi parte dalla stella di mare estremamente decentrata (tav. IX, fig. *A*) e considera le accentratissime oloturie (fig. *D*) come il più recente stadio di sviluppo; l'ultima ipotesi fa affatto l'opposto. Entrambe queste ipotesi, come anche gli altri tentativi, concordano nell'ammettere che gli *echinodermi discendono da elminti* e più precisamente da vermi bilateralmente simmetrici con canal digerente e cavità generale, nata quest'ultima da un paio di tasche intestinali o sacchi celomici. Ma come si abbia

ad immaginare quest'origine e quali documenti filogenetici debbano essere qui decisivi, è cosa su cui le opinioni sono molto discrepanti.

L'ipotesi antica od *ipotesi della pentastrea* è stata da me stabilita nel 1866 nella *Morfologia generale* (vol. II, tav. IV, pag. LXI-LXXVII). Secondo essa sarebbe da considerarsi come il gruppo più antico ed originario degli echinodermi, come stipite dell'intero *phylum* la classe delle stelle di mare (*asterida*). In favore di essa parla, oltre ai numerosi ed importanti argomenti tratti all'anatomia comparata ed all'ontogenesi, in modo speciale il numero qui ancora incostante e variabile dei raggi o parameri che in tutti gli altri echinodermi senza eccezione è fissato a cinque. Ogni asteria risulta da un piccolo disco mediano al cui margine sono fissati in un piano cinque più o meno lunghi bracci articolati. *Ogni braccio dell'asteria corrisponde essenzialmente in tutta la sua organizzazione ad un verme articolato*, paragonabile a molti anellidi. Io considerai perciò *la stella di mare come una vera colonia o cormo di cinque o più vermi articolati*, nati un dì per gemmazione stelliforme da un verme-progenitore centrale. Da quest'ultimo i compagni riuniti a stella hanno preso l'apertura boccale comune e la comune cavità digerente (stomaco) che giaciono nel disco mediano del corpo. Il capo saldato che sbocca nel disco mediano comune corrisponderebbe alla estremità posteriore dei vermi originariamente indipendenti.

In guisa interamente simile anche in animali di altre classi talora più individui sono riuniti a formare una colonia a stella. Questo è sopratutto il caso dei *botrillidi*, ascidie composte del tipo dei tunicati. Anche qui le singole persone sono saldate per la loro estremità posteriore e si son qui costituite una comune apertura d'escrezione, una cloaca centrale, mentre all'estremità opposta ogni « persona » possiede ancora la sua particolare apertura boccale. Nelle stelle di mare quest'ultima, nel corso dell'evoluzione storica della colonia, si sarebbe saldata, mentre la cloaca centrale si trasformava in una bocca comune a tutta la colonia.

Le stelle di mare sarebbero dunque colonie di vermi, le quali, per *gemmazione raggiata*, si sarebbero svolte da veri vermi articolati. Quest'ipotesi sembra anche essere appoggiata dall'anatomia comparata e dall'ontogenesi delle arterie articolate e dei vermi articolati. Fra questi ultimi, per ciò che riguarda l'interna struttura, gli *anellidi* dai numerosi segmenti, che noi collochiamo fra gli articolati, rassomigliano alle singole braccia o raggi dell'asteria, cioè all'originario verme isolato. Ognuno dei cinque raggi della stella di mare è composto a mo' di catena da un gran numero di articoli omogenei o metameri posti gli uni dietro gli altri tanto come un verme articolato od un crostaceo. Come in questi ultimi, anche nei primi scorre nella linea mediana della parte ventrale un cordone nerveo centrale, il midollo ventrale. Ad ogni metamero v'è un paio di piedi inarticolati, ed inoltre, per solito, una o più spine, come in molti anellidi. Inoltre un raggio di asteria staccato è capace di condurre vita indipendente. In molte specie di stelle di mare (*Ophidiaster*, *Linckia*, *Brisinga*, ecc.) le braccia staccate sono persino in grado di riprodurre, per gemmazione raggiante, l'intera stella, il disco mediano colle altre braccia. Si hanno così le cosidette « forme a cometa » delle stelle di mare (Cfr. *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie*, vol. XXX, suppl. 1878).

Importanti argomenti in favore dell'ipotesi della pentastrea, sembrano poi essere forniti dall'ontogenesi o storia dell'embrione degli echinodermi. I fatti rimarchevolissimi di quest'ontogenesi furono scoperti solo nell'anno 1848 dal grande zoologo berlinese Giovanni Müller. Alcuni dei più importanti fenomeni ontogenetici sono rappresentati in modo comparativo sulle tavole VIII e IX (Confr. la loro minuta spiegazione

più avanti nell'appendice). La figura *A* della tavola IX ci mostra una comune stella di mare (*Uraster*), la fig. *B* un giglio di mare (*Comatula*), la fig. *C* un riccio di mare (*Echinus*) e la fig. *D* un'oloturide (*Synapta*). Malgrado la straordinaria diversità di forma che mostrano questi quattro echinodermi, il principio dell'evoluzione è tuttavia in tutti il medesimo. Dall'uovo (tav. VIII, fig. *A* 1, *D* 1) si sviluppa una *gastrula* e da questa una forma animale che è interamente diversa dall'echinoderma adulto, ed invece è similissima alla larva ciliata di certi elmintozoi. Questa strana forma animale si chiama *Dipleurula* (fig. *A* 3-*D* 4). Essa viene considerata dagli uni come « *larva* », dagli altri come « *nutrice* » dell'echinoderma. Essa è molto piccola, trasparente, va nuotando in mare per mezzo di un cordone di ciglia e possiede un canal digerente semplice con bocca ed ano. Entrambe queste aperture giaciono nel piano mediano del corpo bilaterale e così pure il mesenterio. Dal canal digerente si svolge lateralmente un paio di tasche celomiche, i principii della cavità generale. Perciò la *Dipleurula* è sempre composta di due metà uguali simmetriche, da un « paio di antimeri ». Invece l'echinoderma adulto, il quale è parecchie volte (spesso più di cento volte) più grosso ed interamente opaco, striscia sul fondo del mare ed è sempre composto da almeno cinque parti uguali (da cinque paia di antimere). La tav. VIII mostra l'evoluzione della nutrice o larva dei quattro echinodermi rappresentati nella tav. IX.

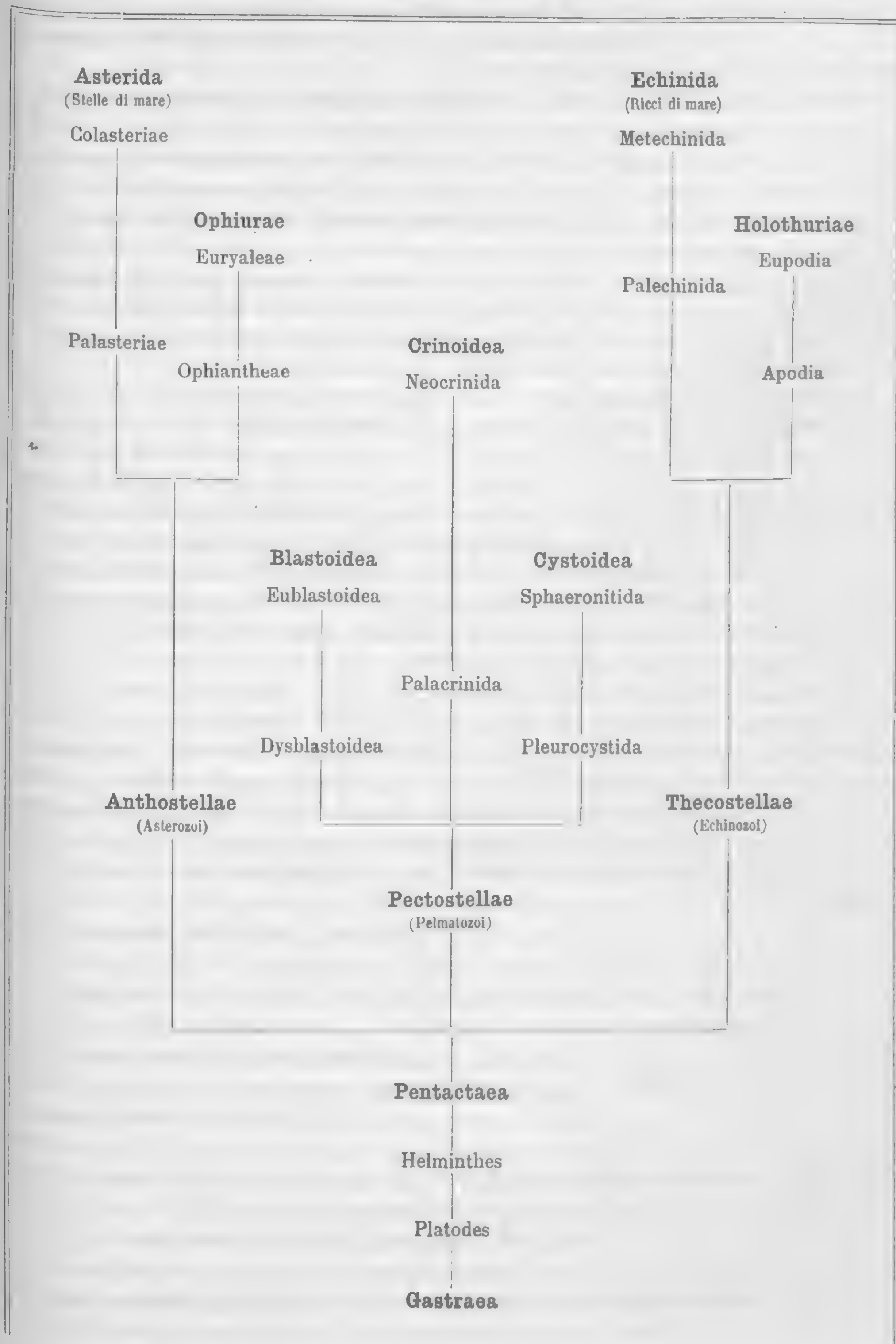
L'echinoderma adulto si produce ora per mezzo di un notevolissimo processo di gemmazione nell'interno della nutrice, della quale esso non conserva che una parte del corpo, specialmente lo stomaco e la cavità generale. La nutrice o la cosidetta « larva » degli echinodermi può per tal modo essere considerata come un verme isolato che per interna gemmazione produce una seconda generazione in forma di una colonia di cinque vermi riuniti a stella. L'intero processo è, secondo questo modo di vedere, una vera *generazione alternante* o metagenesi, non una metamorfosi come si dice abitualmente. Infatti solo per vera *moltiplicazione*, non per sola *trasformazione*, possono da *un solo* paio di antimeri (o da un « paramero ») nascerne *cinque*. Una simile generazione alternante si ritrova ancora in altri vermi, cioè in alcuni vermi raggiati (sipunculidi) e nei nemertini. Ricordandoci ora della legge fondamentale biogenetica (pag. 179) e mettendo in relazione l'ontogenesi degli echinodermi colla loro filogenesi ci è lecito ammettere che le antiche forme-stipiti degli echinodermi erano vermi bilaterali con cavità generale i quali si sono adattati alla vita fissa ed hanno formato per gemmazione colonie a cinque raggi.

Oltre alle citate ragioni ancora altri fatti (specialmente presi dall'anatomia comparata degli echinodermi) sembrano far testimonianza della giustezza dell'ipotesi della pentastrea. Io avevo stabilito questa ipotesi filogenetica nel 1866, senza presentire che anche al presente esistessero *vermi articolati fossili*, i quali sembrano corrispondere a quelle forme-stipite ipoteticamente presupposte. Tali vermi vennero tuttavia realmente trovati poco dopo. In uno scritto *Su di un equivalente degli schisti takoniani del Nord-America in Germania*, Geinitz e Liebe hanno descritto nel 1867 una quantità di *vermi articolati siluriani* che corrispondono alle mie presupposizioni. Questi rimarchevoli vermi si trovano numerosi e in perfetto stato di conservazione nelle ardesie siluriane di Wurzbach nelle alte terre della Reuss. Essi hanno la struttura di un raggio articolato di asteria e devono evidentemente aver avuto una solida corazza cutanea, un dermascheletro molto più duro e più solido che non si abbia altrove nei vermi. Il numero degli articoli del corpo o metameri è molto considerevole, cosicchè questi vermi, con una larghezza di $^1/_4$ a $^1/_2$ di pollice raggiungono una lunghezza di

Specchio sistematico delle classi ed ordini degli Echinodermi.

GRANDI CLASSI	CLASSI	ORDINI	ESEMPI DI GENERI
I. THECOSTELLAE (Echinozoa) Echinodermi a capsula	I. Holothuriae Citrioli di mare (Scytoderma)	1. Apodia (Oloturie senza pedicelli)	Synapta Molpadia
		2. Eupodia (Oloturie con pedicelli)	Pentacta Elpidia
	II. Echinida Ricci di mare	3. Palechinida (Ricci antichi)	Melonites Protechinus
		4. Metechinida (Ricci recenti)	Sphaerechinus Spatangus
II. PECTOSTELLAE (Pelmatozoa) Echinodermi a calice	III. Cystoidea Cistoidi (solo fossili)	5. Pleurocistida (Cistoidi bilaterali)	Trochocystites Pleurocystites
		6. Sphaeronitida (Cistoidi sferici)	Sphaeronites Echinosphaerites
	IV. Blastoidea Blastoidi (solo fossili)	7. Dysblastoida (Blastoidi bilaterali)	Codonaster Eleutherocrinus
		8. Eublastoida (Blastoidi regolari)	Pentremites Elaeacrinus
	V. Crinoidea Gigli di mare	9. Palacrinida (Crinoidi antichi)	Rhodocrinus Cyatocrinus
		10. Neocrinida (Crinoidi recenti)	Rhizocrinus Comatula
III. ANTHOSTELLAE (Asterozoa) Echinodermi a fiore	VI. Ophiurae Ofiure	11. Ophianteae (Ofiure semplici)	Ophiolepis Ophioderma
		12. Euryaleae (Ofiure ramificate)	Astroporpa Astrophytum
	VII. Asterida Stelle di mare	13. Palasteriae (Asterie antiche)	Palaeaster Lepidaster
		14. Colasteriae (Asterie recenti)	Astropecten Ophidiaster

Albero genealogico degli Echinodermi.



2-3 piedi e più. Le impronte perfettamente conservate, sopratutto quelle di *Phyllodocites thuringiacus* e di *Crossopodia Henrici*, rassomigliano spiccatamente al braccio scheletrato di molte asterie articolate (*colasteriae*). Io designai questo antichissimo gruppo di vermi, cui forse hanno appartenuto le forme-stipiti degli echinodermi, col nome di vermi corazzati (*phracthelminthes*).

Il *sistema filogenetico* del ricco tipo degli echinodermi si dividerebbe dapprima, secondo l'ipotesi della pentastrea, in tre classi superiori e sei classi inferiori. Poichè la classe delle *stelle di mare* (*asterida*) ha conservato più fedelmente delle altre l'originaria forma della colonia stellata di vermi e poichè ad essa manca ancora in gran parte l'*interna centralizzazione* degli altri echinodermi, essa dovrebbe essere considerata come la più antica radice comune dell'intero tipo. Le ofiure (*ophiurae*) loro somiglianti stanno ancora in complesso molto vicine alle asterie; però il disco centrale è già nettamente distinto dalle cinque lunghe braccia. Tuttavia anche oggidì queste due classi sono unite da forme di passaggio; entrambe riunite formano la classe superiore degli *echinodermi a braccia* (*anthostellae* od *asterozoa*).

Noi distinguiamo come seconda classe superiore gli *echinodermi a calice* (*pectostellae* o *pelmatozoa*). Ad essi appartengono tre diverse classi: i *crinoidi* o *gigli di mare* (*crinoidea*, tav. IX, fig. *B*), i *blastoidi* (*blastoidea*) ed i *cistoidi* (*cystoidea*). Queste due ultime classi sono antichissime e da gran tempo estinte. Anche i crinoidi sono in gran parte estinti, tuttavia vivono ancora oggidì molti loro epigoni, specialmente nel mar profondo. Tutte le tre classi di pectostelle sono caratterizzate da ciò, che esse hanno perduto la libera locomozione dei rimanenti echinodermi, si sono fissate ed allora hanno sviluppato uno stelo più o meno lungo. Perciò esse sono per molti rispetti fortemente regredite. Alcuni crinoidi tuttavia si staccano di nuovo in seguito dal loro stelo; così, per esempio, le comatule (fig. *B*, tav. VIII e IX).

La terza classe superiore degli echinodermi è costituita dagli *echinodermi a capsula* (*thecostellae* od *echinozoa*) colle due classi dei ricci e delle oloturie. Qui le braccia articolate non sono più riconoscibili come parti indipendenti del corpo, ma invece col progredito accentramento della colonia esse sono completamente entrate nella formazione del comune disco centrale rigonfio, cosicchè questo ora appare come una semplice *capsula* senza braccia od un tubo cilindrico vermiforme. L'originaria colonia di individui è così in apparenza discesa di nuovo al valore morfologico di un semplice individuo, di una sola « persona ». Per più d'un rapporto si rannoda più strettamente alle asterie la numerosa classe dei *ricci di mare* (*echinida*). Essi prendono il loro nome dai numerosi, spesso grossissimi, aculei che ricoprono il solido guscio elegantemente formato da piastre calcaree (fig. *C*, tav. VIII e IX). Il guscio stesso ha per forma fondamentale una piramide pentagonale. Le singole sezioni dei ricci di mare nella loro consecuzione storica confermano in modo evidentissimo, come fanno i singoli gruppi fossili dei crinoidi ed asteridi, la legge del progresso e del differenziamento. Mentre la storia di queste classi di echinodermi ci è narrata molto esattamente dai fossili numerosi e perfettamente conservati, per contro noi non sappiamo quasi nulla dell'evoluzione storica dell'ultima classe, quella delle *oloturie* (*holothuriae*). Esternamente questi strani echinodermi foggiati a cetriolo hanno una fallace rassomiglianza coi vermi (fig. *D*, tav. VIII e IX). La formazione scheletrica della pelle è qui molto incompleta e perciò del loro corpo cilindrico allungato vermiforme non poterono esser conservati allo stato fossile resti ben riconoscibili. L'ipotesi della pentastrea trae dalla anatomia comparata e dalla ontogenesi delle oloturie la conclusione che esse sono nate

probabilmente da una sezione di echini per rammollimento e regresso dello scheletro cutaneo. Esse sarebbero perciò da considerarsi come la classe più recente e più modificata del tipo degli echinodermi. A conclusioni simili è pur giunto recentemente Ottone Hamann colle sue profonde ricerche sull'istologia degli echinodermi.

Per vent'anni la mia ipotesi della pentastrea rimase il solo tentativo per fondare monofileticamente la genealogia degli echinodermi e per rischiarare la parentela delle loro classi prendendo ugualmente per base i tre archivi della creazione: l'anatomia comparata, l'ontogenesi e la paleontologia. In questo frattempo tutti e tre questi archivi vennero straordinariamente arricchiti dalle estese ricerche di numerosi naturalisti ed una quantità di sorprendenti scoperte venne a gettare una luce affatto nuova su quelle difficili questioni di filogenesi. Queste condussero poco alla volta a considerare in un modo affatto opposto l'organizzazione degli echinodermi, e negli ultimi anni diedero origine a diversi tentativi per spiegarla filogeneticamente. Il più comprensivo di questi tentativi è quello che nello stato presente delle nostre conoscenze sembra avvicinarsi di più alla verità, venne intrapreso da Riccardo Semon nel suo ingegnosissimo scritto sopra « *lo sviluppo della Synapta digitata e la filogenesi degli echinodermi* » (Jena 1888). A risultati affatto simili giunsero anche i due Sarasin nella loro bella pubblicazione « *sull'anatomia degli echinoturidi e la filogenesi degli echinodermi* » (Wiesbaden 1888).

L'*ipotesi della pentattea* di Semon concorda colla mia ipotesi della pentastrea nell'ammettere che tutti gli echinodermi debbansi derivare monofileticamente da un'antichissima forma-stipite comune, e che *questo stipite era un elmintozoo dipleuro*, dalla forma fondamentale bilateralmente simmetrica, dal canal digerente semplice e munito di due tasche celomiche. Il Semon però ammette che le diverse classi degli echinodermi si siano sviluppate *divergentemente*, indipendentemente, da questa forma stipite comune (*Pentactaea*). Nell'ontogenesi di tutti gli echinodermi si trova ugualmente un importante stadio larvale (*Pentactula*) che, secondo la legge biogenetica fondamentale, riproduce ereditariamente la struttura dell'ipotetica *Pentactaea*. Le diverse forme larvali rappresentate nella tavola VIII *convergono* verso questa pentattula bilaterale, mentre le ulteriori forme di sviluppo delle diverse classi si producono da essa *divergentemente*. La posizione mediana del canal digerente, che è fissato alla parete del corpo da un mesenterio dorsale, come pure le due tasche celomiche che si svolgono da esso, dimostrano indubbiamente la *simmetria bilaterale* della pentattula larvale e la sua discendenza da antichi *elminti*.

D'altra parte però una corona di cinque tentacoli primarii che si sviluppa attorno alla bocca, come pure cinque vasi acquiferi che scorrono in essi (partendo da un anello boccale) accennano nello stesso tempo all'*organizzazione quinqueradiata* che col suo ulteriore sviluppo ha tanta importanza sul tipo degli echinodermi (Cfr. tav. XVIII, fig. 4, 5). La tipica forma fondamentale della pentattula è dunque la pentamfipleura o simmetricamente quinqueradiata.

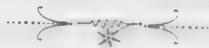
La causa della forma fondamentale a cinque raggi è da cercarsi nell'adattamento alla vita fissa. L'antica forma-stipite elmintoide liberamente natante che ancor oggidì è riprodotta ereditariamente dalla *Dipleurula* (tav. VIII), si fissò in seguito sul fondo marino. Essa si trasformò nella *Pentactaea* e deve esser stata fissata al fondo marino per mezzo di uno stelo opposto all'apertura boccale. Questo stelo originario si è ereditato nel più delle pectostelle, mentre le antostelle e le tecostelle si son poi nuovamente staccate da esso ed hanno riacquistato la perduta locomozione. Anche altri vermi (per

esempio *Loxosoma* fra i briozoi) sviluppano una corona di tentacoli radiali attorno all'apertura boccale, mentre l'estremità opposta del corpo si fissa al fondo del mare per mezzo di un gambo.

Le sinapte, cioè le più semplici oloturie, dalla cui ontogenesi è partito il Semon, sono, secondo lui, i più primitivi e più antichi di tutti gli echinodermi viventi, quelli che hanno conservato ereditariamente nel modo più fedele i più importanti tratti dell'organizzazione della pentattea. Invece, secondo l'ipotesi della pentastrea, esse dovrebbero essere considerate come i rami più recenti dell'intero tronco, i più modificati, nati per regresso e per adattamento. Invece le asterie e specialmente le loro forme a cometa (colla massima indipendenza delle cinque braccia), le quali, secondo questa ipotesi, rappresentano le forme più antiche e primitive del tipo, sarebbero, secondo l'ipotesi della pentattea, da considerarsi in modo affatto opposto, cioè come i più recenti rami di esso, i più modificati, nati per decentramento.

La comparazione di queste due ipotesi, come pure quella di molti altri tentativi che sono stati intrapresi recentemente per spiegare la genealogia degli echinodermi, non può disgraziatamente venir qui svolta più oltre perchè essa presuppone una speciale conoscenza delle complicatissime disposizioni anatomiche ed ontogenetiche di questo strano tipo animale. Essa tuttavia non è interessante solo per se stessa ma è anche molto istruttiva per gli scopi e le vie generali della moderna filogenesi. Da essa noi possiamo riconoscere quanto sia grande il *valore del metodo filogenetico* per la soluzione di difficili e complicate questioni morfologiche. Quand'anche nessuna delle varie ipotesi sull'origine degli echinodermi fosse interamente esatta, tuttavia esse hanno moltissimo contribuito a diradare le profonde tenebre che incombevano finora sul difficile studio di questo singolarissimo tipo animale. Molti nuovi punti di partenza per giungere a riconoscere le affinità delle diverse classi sono stati trovati, e nuovi rapporti filogenetici fra di esse sono stati scoperti.

Sarebbe leggerezza il pretendere che fin d'ora la filogenesi, che 25 anni fa era ancora ignota, porti dappertutto frutti maturi. Ma presso a molti frutti già giunti a maturità essa ci mostra dappertutto, sull'albero della scienza, dei fiori espansi e delle gemme promettentissime: cioè *questioni filogenetiche*, la cui successiva soluzione allo spirito umano che pensa e studia promette il più interessante lavoro ed i più bei risultati.



VENTITREESIMA CONFERENZA

Genealogia degli Articolati.

Le quattro classi d'articolati del Cuvier. — Posteriore separazione degli anellidi dagli artropodi. — Le tre classi superiori degli anellidi, crostacei e tracheati. — Loro caratteri comuni. — Loro dipendenza da una forma-stipite. — Stirpe degli anellidi od anulosi (irudinei e chetopodi). — Classe superiore dei crostacei. — Sua divisione in due classi divergenti: caridonii ed aspidonii. — Discendenza dei caridonii dagli archicaridi. — *Nauplius*. — Parentela degli aspidonii cogli aracnidi. — Classe superiore dei tracheati. — Loro quattro classi: protracheati (*Peripatus*), miriapodi, aracnidi ed insetti. — Organizzazione e genealogia degli insetti. — Loro divisione in quattro legioni secondo le parti boccali. — Antichi insetti senz'ali (*thysanura*). — Insetti moderni alati (*pterygonia*). — Insetti con parti boccali morsicanti, lambenti, pungenti e succhianti. — Consecuzione storica dei gruppi degli insetti.

Signori!

Se noi da un elevato punto di vista osserviamo comparativamente l'evoluzione storica dei diversi tipi animali ci colpiscono le vistose differenze che appaiono nel loro svolgersi in ispazio ed in tempo. Anche il numero dei gruppi maggiori o minori in cui ogni tipo si scinde è molto vario non solo nei singoli periodi della storia organica della terra, ma anche presa la cosa in sè complessivamente. Infatti la lotta per l'esistenza determina dappertutto ed in ogni tempo condizioni d'evoluzione estremamente molteplici; perciò anche essa educa i singoli tipi in differentissima guisa. Se si volesse giudicare l'importanza di ogni tipo dal numero delle sue specie e prendere per base la molteplicità delle singole forme prodottesi per selezione naturale, allora un solo tipo starebbe di ben lunga davanti a tutti gli altri, cioè il tipo più elevato di tutti gli invertebrati, il *phylum* degli articolati (*articulata*).

Sotto questo nome comprese dapprima il Cuvier, nel 1817, quattro classi di animali invertebrati che tutti si segnalano per la vistosa segmentazione esterna del loro corpo e per un caratteristico sistema nerveo, una catena gangliare ventrale con un cingolo esofageo. Quelle quattro classi erano gli anellidi (*annelida*), i crostacei (*crustacea*), gli aracnidi (*aracnida*) e gli insetti (*insecta*). Le tre ultime classi posseggono zampe articolate e gli anelli del loro corpo sono molto disuguali. Per contro la segmentazione degli anellidi è più omogenea, ed essi o non hanno zampe o ne hanno solo di inarticolate. Perciò questi ultimi vennero per solito collocati più tardi fra gli apodi vermi, mentre gli altri articolati venivano compresi come tipo speciale sotto il nome di artropodi (*arthropoda*). I zoologi moderni distinguono in questo gruppo (seguendo l'esempio del Brown) due gruppi primarii, cioè 1° i crostacei (*crustacea*), che respirano nell'acqua per mezzo di branchie, e 2° i tracheati (*tracheata*), che respirano l'aria per mezzo di trachee. Questi ultimi vennero divisi in tre classi: in miriapodi (*myriapoda*), in aracnidi (*aracnida*) ed in veri insetti esapodi (*insecta*).

Questo modo recente ed omai comune di comprendere e di dividere gli artropodi ha però ancora subito recentissimamente, per effetto della nostra migliore conoscenza della storia del loro sviluppo, un mutamento essenziale. La lacuna fra crostacei e tracheati si è sempre più allargata mentre questi ultimi si son molto ravvicinati agli anellidi. Qui è sopratutto stata decisiva la scoperta della minuta fabbrica e dello sviluppo di un'antichissima e notevolissima forma di articolati che sino allora era stata generalmente annoverata tra gli anellidi. Questa è l'interessante *Peripatus* rassomigliante ad un millepiedi, che vive nella terra umida nelle regioni calde del globo. Un segnalatissimo zoologo della celebre spedizione del *Challenger*, il Moseley, ha mostrato che il *Peripatus* possiede vere trachee e stabilisce così la diretta connessione fra gli anellidi ed i tracheati.

In seguito a questa importante scoperta, e giudicando senza partito preso il complesso della struttura e dello sviluppo, io ritengo ora come il più giusto partito quello di abbandonare il tipo degli artropodi (*arthropoda*) e ritornare di nuovo all'antico concetto degli articolati (*articulata*) di Cuvier. Avuto riguardo ai nuovi importanti progressi delle nostre conoscenze sulla loro struttura e sul loro sviluppo io distinguo negli articolati tre classi primarie: 1° anellidi, 2° crostacei e 3° tracheati. Gli anellidi (*annelida*) si scindono in due classi: irudinea (*hirudinea*) e chetopodi (*chetopoda*), i primi senza piedi, i secondi con piedi inarticolati. I crostacei (*crustacea*) li divido parimente in due classi: caridonii o crostacei in istretto senso (*caridonia*) ed aspidonii (*aspidonia*); i primi con due paia, gli ultimi con un paio di antenne. I tracheati infine debbono essere divisi in quattro classi. La prima classe è formata dai protracheati (*protracheata*), di cui ora non vive più che il genere *Peripatus*, con numerose paia di zampe inarticolate; la seconda classe dai miriapodi (*miriapoda*) con numerose paia di zampe articolate, la terza classe dagli aracnidi (*arachnida*) con quattro paia di zampe e la quarta classe finalmente dai veri insetti (*insecta*) con tre paia di zampe.

Tutti questi articolati concordano in ciò che il loro corpo è originariamente composto da un gran numero (almeno 8-10, spesso 20-50 e più) di articoli posti l'uno dietro all'altro sull'asse longitudinale e che noi chiamiamo segmenti, somiti, anelli o metameri. Per solito questa segmentazione appare chiaramente all'esterno, essendo la pelle ravvolta da un solido invoglio chitinoso e presentando questo dei ristringimenti anulari fra due segmenti successivi. Ancor meglio si palesa questa segmentazione nel ripetersi di organi interni per cui, per esempio, ad ogni segmento o metamero spetta originariamente una sezione del sistema circolatorio, del sistema muscolare, del sistema nerveo, ecc. Estremamente caratteristica è sotto questo rapporto prima di tutto la conformazione del sistema nerveo centrale che sempre costituisce un midollo ventrale con un anello esofageo. Infatti ad ogni segmento spetta originariamente un paio di ganglii e tutti questi ganglii sono collegati per mezzo di fili longitudinali a formare una lunga catena che scorre ventralmente sotto all'intestino. Il ganglio più anteriore di questa catena, il « ganglio esofageo inferiore » giace nel capo e per mezzo di un cordone anulare o « cingolo esofageo » che abbraccia l'esofago è collegato col « ganglio esofageo superiore » col soprastante « cervello primitivo ».

Le tre classi primarie degli articolati si possono distinguere abbastanza nettamente per varie particolarità. Così gli anellidi sono contraddistinti dai loro cosidetti canali mucosi (organi segmentali o nefridii); sono canali renali lunghi e circonvoluti le cui paia si ripetono in ogni segmento o metamero. I tracheati d'altra parte sono nettamente distinti per le loro notevoli trachee o canali aerei che non si presentano in

alcun'altra classe. I crostacei non possiedono nè i nefridii metamerici degli anellidi, nè le trachee dei tracheati, il loro invoglio chitinoso è per solito molto spesso e duro, calcareo e crostaceo (Cfr. tav. XVIII, fig. 7-11).

Sebbene ora per questi ed altri caratteri le tre classi primarie degli articolati siano abbastanza facili da distinguersi in modo determinato, esse ci appaiono d'altra parte così prossimamente affini che noi le dobbiamo riunire nell'unico tipo degli articolati. Indubbiamente questo tipo ha le sue prime radici nel tipo degli elminti. Da un lato gli anellidi sembrano stare collegati per numerose forme di passaggio coi nematodi (*nematoda*), forse anche coi nemertini (*nemertina*). D'altro lato le forme giovanili di molti anellidi, specialmente le cosidette trocofore (*trochophora*), stanno per la loro struttura molto presso ai rotiferi (*rotatoria*). Anche fra altri elminti sonvi forme interessanti le quali si avvicinano già all'organizzazione degli anellidi. Ma le due classi di artropodi: crostacei e tracheati, si sono molto verosimilmente svolte, indipendentemente l'una dall'altra, come due stirpi superiori divergenti, da antichi anellidi. Se però queste due classi primarie si debbano derivare da uno stesso gruppo di anellidi o se discendano da due o tre diversi gruppi di questi, ciò non si può ancor per ora decidere con certezza. Persino per le singole classi che noi distinguiamo fra le tre classi primarie degli articolati non è dappertutto stabilita con certezza l'origine unica. Ad ogni modo noi possiamo qui provvisoriamente considerare tutti i tracheati come discendenti di una sola forma stipite comune, come pure tutti i crostacei e tutti gli anellidi. In qual modo possiamo farci per ora un concetto approssimativo del loro nesso filogenetico, lo mostra l'albero genealogico a pag. 333.

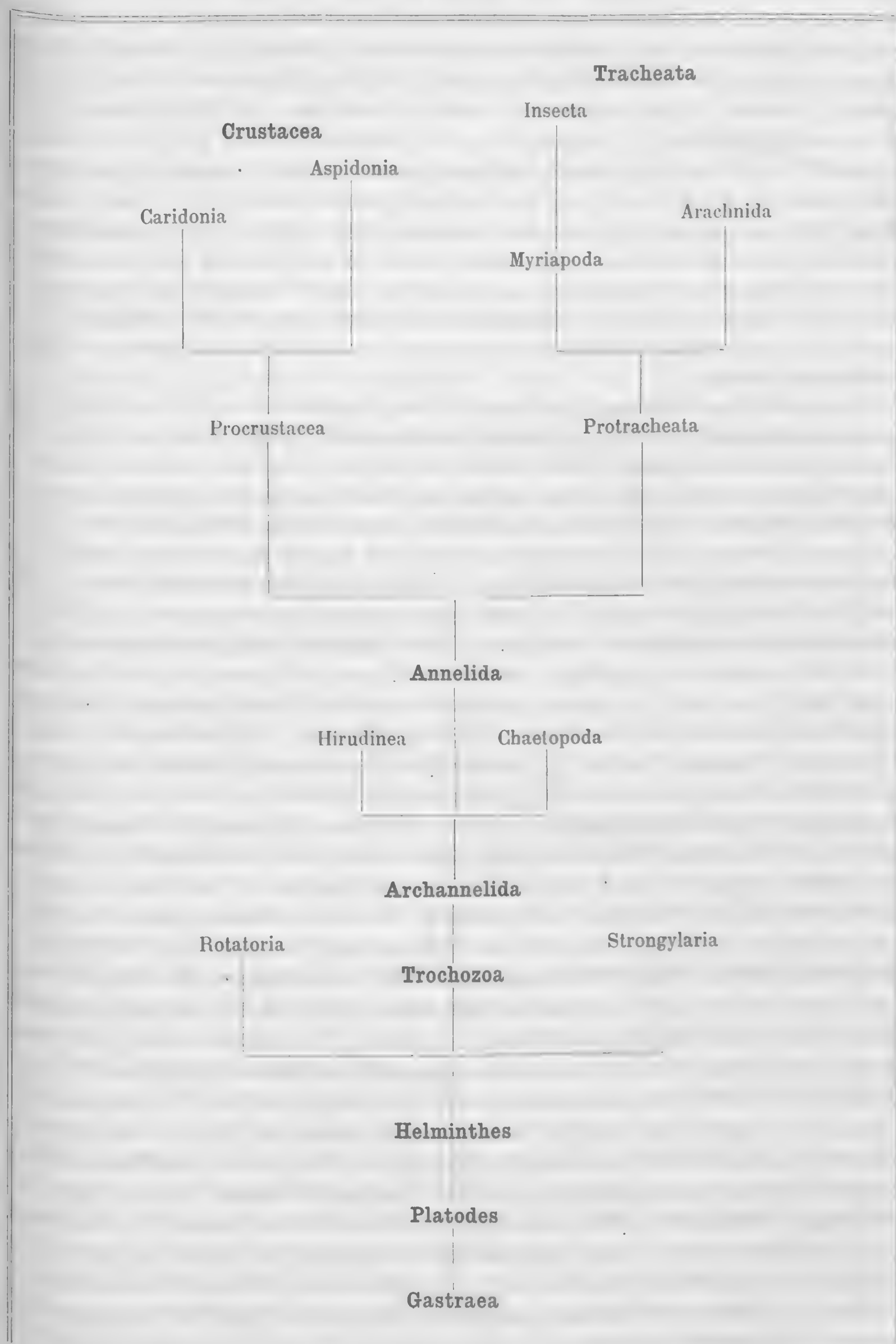
La prima gran classe di articolati è formata dagli anellidi (*annelida*), spesso anche detti annulati (*annulata*). La loro organizzazione è in generale più semplice e meno perfetta che quella dei crostacei e tracheati. Specialmente i segmenti del loro corpo sono per solito molto uniformi (omonomi) e le loro zampe non sono mai così nettamente articolate come in quelle due classi di artropodi. L'invoglio chitinoso del loro corpo è il più delle volte tenero e sottile, spesso non è che una fina cuticola. Sono specialmente caratteristici i numerosi reni tubulari o nefridii di cui v'ha un paio in ogni segmento; questi « organi segmentali » mancano tanto ai crostacei quanto ai tracheati; anche per altri rispetti questi ultimi si presentano come « articolati superiori » sebbene il tipo caratteristico di struttura rimanga il medesimo in tutte le tre grandi classi.

La gran maggioranza degli anellidi vive in mare, un piccolo numero nell'acqua dolce (per esempio sanguisuga) ed alcune poche nella terra (per esempio lombrico). Questa ricca gran classe si divide in due differenti classi, le sanguisughe ed i chetopodi. Le sanguisughe (*hirudinea*), cui appartengono la sanguisuga medicinale e molti altri parassiti, non posseggono zampe, hanno invece delle ventose colle quali esse si attaccano e si trascinano. I chetopodi (*chaetopoda*), che vivono per la maggior parte in mare, hanno invece per solito, ad ogni segmento, uno o due paia di brevi zampe inarticolate che sono armate di fascetti di setole. Altri chetopodi, come per esempio il lombrico e la naide, invece di zampe, non hanno che fascetti di setole impiantati nella pelle. Molti anellidi vivono rinchiusi in tubi cornei o calcarei (*tubicolae*) e questi si trovano anche pietrificati; del resto i fossili di anellidi sono rari ed insignificanti in causa della delicatezza e mollezza del loro corpo. Fanno una notevole eccezione le impronte perfettamente conservate dei vermi corazzati siluriani (*phracthelminthes*). Cfr. sopra, pag. 326).

Specchio sistematico delle classi ed ordini degli Articolati (Articulata).

CLASSI PRIMARIE (Cladomi)	CARATTERI DELLE CLASSI	CLASSI DEGLI ARTICOLATI	ORDINI DEGLI ARTICOLATI
I. ANELLIDI (Annelida) Con nefridii segmentali, senza trachee	1. Mancano le zampe. In loro vece delle ventose.	1. Hirudinea	1. Rhynchobdellea
			2. Gnathobdellea
	2. Numerose paia di zampe inarticolate o di setole . .	2. Chaetopoda. . . .	1. Oligochaeta
			2. Polychaeta
II. CROSTACEI (Crustacea) Senza nefridii segmentali, senza trachee	3. Larva *Nauplius*, due paia di antenne	3. Caridonia	1. Branchiopoda
			2. Copepoda
			3. Cirripeda
			4. Leptostraca
			5. Edriophthalma
			6. Podophthalma
	4. Manca la larva *Nauplius*, un paio d'antenne	4. Aspidonia.	1. Trilobita
			2. Merostoma
			3. Xiphosura
III. TRACHEATI (Tracheata) Il più spesso senza nefridii segmentali, con trachee	5. Numerose paia di zampe inarticolate	5. Protracheata . . .	1. Peripatida
	6. Numerose paia di zampe articolate.	6. Myriapoda	1. Chilopoda
			2. Diplopoda
	7. Quattro paia di zampe articolate.	7. Arachnida	1. Scorparia
			2. Araneae
			3. Acaria
	8. Tre paia di zampe articolate (e spesso due paia di ali) .	8. Insecta	1. Thysanura
			2. Archiptera
			3. Neuroptera
			4. Strepsiptera
			5. Orthoptera
			6. Coleoptera
			7. Hymenoptera
			8. Hemiptera
			9. Diptera
			10. Lepidoptera

Albero genealogico degli Articolati.



La grande classe primaria dei crostacei (*crustacea*) prende il suo nome dall'invoglio calcareo, crostaceo del corpo, che forma una solida armatura chitinosa spesso calcificata. Il più dei crostacei vivono in mare, un piccolo numero nell'acqua dolce e pochissimi sulla terra. Noi li dividiamo in due classi, i caridonii e gli aspidonii. Questi ultimi non sono più rappresentati al presente che da un solo genere vivente, il grande limulo (*Limulus*). Appartengono però ancora ad essi una quantità di forme estinte, gli enormi gigantostraci od euripteridi, come pure l'antichissimo gruppo dei trilobiti o paleadi. Tutti i crostacei viventi, colla sola eccezione del *Limulus*, appartengono alla ricca classe dei caridonii, cioè dei crostacei in senso stretto. Per l'enorme massa di individui con cui essi popolano tutte le acque dolci e salate, essi hanno un'importantissima parte nell'economia della natura, come hanno gli insetti sulla terra ferma. I crostacei respirano per branchie, mai per trachee come i tracheati; essi condividono con questi il possesso di zampe articolate per le quali entrambi si distinguono dagli anellidi. I nefridii degli anellidi sono nei crostacei o interamente scomparsi o trasformati in altri organi.

La classe dei veri crostacei (*caridonia*) è rappresentata da noi nel continente dal notissimo gambero ed a numerose forme di aselli e pulci d'acqua, come pure dai minutissimi branchiopodi. Questi ultimi (dafnidi, cipridi, ciclopidi, ecc.) abitano in enormi masse le nostre acque dolci e sono molto importanti per la loro purificazione e pel formare il principale nutrimento di molti pesci (per esempio delle trote). Ma la loro ricchezza di forme e la loro importanza ecologica è di gran lunga sorpassata dai crostacei marini, fra i quali noi distinguiamo almeno diciannove ordini ed oltre a cento famiglie. L'embriologia di questi animali è estremamente interessante e ci svela tanto chiaramente, come quella dei vertebrati, i tratti essenziali della loro filogenesi. Fritz Müller nel suo segnalato e già citato scritto *Für Darwin* (16) ha spiegato ottimamente questi interessanti fatti. La forma embrionale comune di tutti i crostacei che anche oggidì nel più di essi si sviluppa per la prima dall'uovo è originariamente la stessa: il cosidetto *Nauplius* (tavola X). Questo notevole crostaceo primitivo rappresenta una forma animale semplicissima, apparentemente inarticolata, il cui corpo al solito ha la forma di un disco tondeggiante, ovale o piriforme ed al suo lato ventrale porta tre sole paia di zampe. Di queste il primo paio è indiviso, le due seguenti sono biforcate. Queste tre paia tipiche di zampe mostrano che il corpo del *Nauplius* è composto da tre segmenti od articoli. La cavità del corpo contiene un canal digerente semplice con bocca ed ano. Davanti, sopra la bocca, sta un semplice occhio impari. Ora, malgrado che i diversi ordini della classe dei crostacei si allontanino molto l'uno dall'altro per la struttura del corpo e delle sue appendici, tuttavia la loro forma giovanile di *Nauplius* rimane sempre essenzialmente la stessa. Per convincervene, gettate uno sguardo alle tavole X e XI, la cui minuta spiegazione è data sotto in appendice. Sulla tavola XI voi vedete i rappresentanti adulti di sei diversi ordini di crostacei, di un fillopodo (*Limnetis*, fig. A *c*), di un cirripede (*Lepas*, fig. D *c*), di un rizocefalo (*Sacculina*, fig. E *c*), di un copepodo (*Cyclops*, fig. B *c*), di un sifonostomo (*Lernaeocera*, fig. C *c*) e finalmente di un elevato decapode (*Peneus*, fig. F *c*). Questi sei crostacei si allontanano, come vedete, grandemente l'uno dall'altro in tutta la forma del corpo, nel numero e conformazione delle zampe, ecc. Se invece voi considerate le prime forme giovanili *Nauplius* sbucciate dall'uovo di questi sei diversi crostacei, le quali sono designate sulla tavola X con corrispondenti lettere (fig. A *n* - E *n*), voi sarete sorpresi della grande concordanza di esse. Le diverse forme di *Nauplius* di quei sei

ordini non si distinguono di più di quel che non facciano all'incirca sei « buone specie » diverse di un genere. Noi possiamo perciò con sicurezza concluderne una comune discendenza di tutti quegli ordini da un comune procrostaceo che si rannodava agli anellidi, la cui larva però era già conformata in complesso come il moderno *Nauplius*. Questo significantissimo gruppo-stipite da gran tempo estinto lo chiamiamo archicaridi o procrostacei.

Dopo che Fritz Müller (*Desterro*) nel suo ingegnoso scritto *Für Darwin* ebbe dimostrata la generale diffusione della forma embrionale di *Nauplius* in tutti i crostacei e la sua grande importanza per la discendenza monofiletica di questa ricca classe, si fu propensi a vedere nel *Nauplius* stesso (tav. X) l'immagine fedele, ereditariamente trasmessa, del loro stipite comune. Io stesso, procedendo in questo senso (come il più dei zoologi), derivai tutti i varii caridonii da un comune stipite naupliforme, da un primitivo naupliade. Frattanto questo concetto e l'applicazione della legge biogenetica fondamentale su cui esso si fonda, hanno bisogno d'una certa limitazione come ha mostrato recentissimamente Arnold Lang (il primo « professore di filogenesi ») nel suo eccellente *Trattato di anatomia comparata* (Jena 1889, pag. 321). Noi dobbiamo rappresentarci l'antichissimo stipite (cambriano) da gran tempo estinto dei crostacei, cioè il nostro procrostaceo od archicaride, come un anellide con molti segmenti, con numerose paia di zampe, con catena gangliare ventrale e cingolo esofageo, come una forma intermedia tra policheti e fillopodi. Il vero *Nauplius*, nella sua più semplice forma originaria, è stato la *larva* caratteristica di questo crostaceo primitivo, e si comporta rispetto ai caridonii come la *trochophora* rispetto agli anellidi. Il *Nauplius* stesso è nato da una trocofora. Per vero bisogna d'altra parte considerare che anche queste semplici larve hanno ancora alla loro volta una grande importanza filogenetica ed hanno ricevuto in eredità la tipica conformazione del loro corpo da un più antico gruppo di elminti inarticolati.

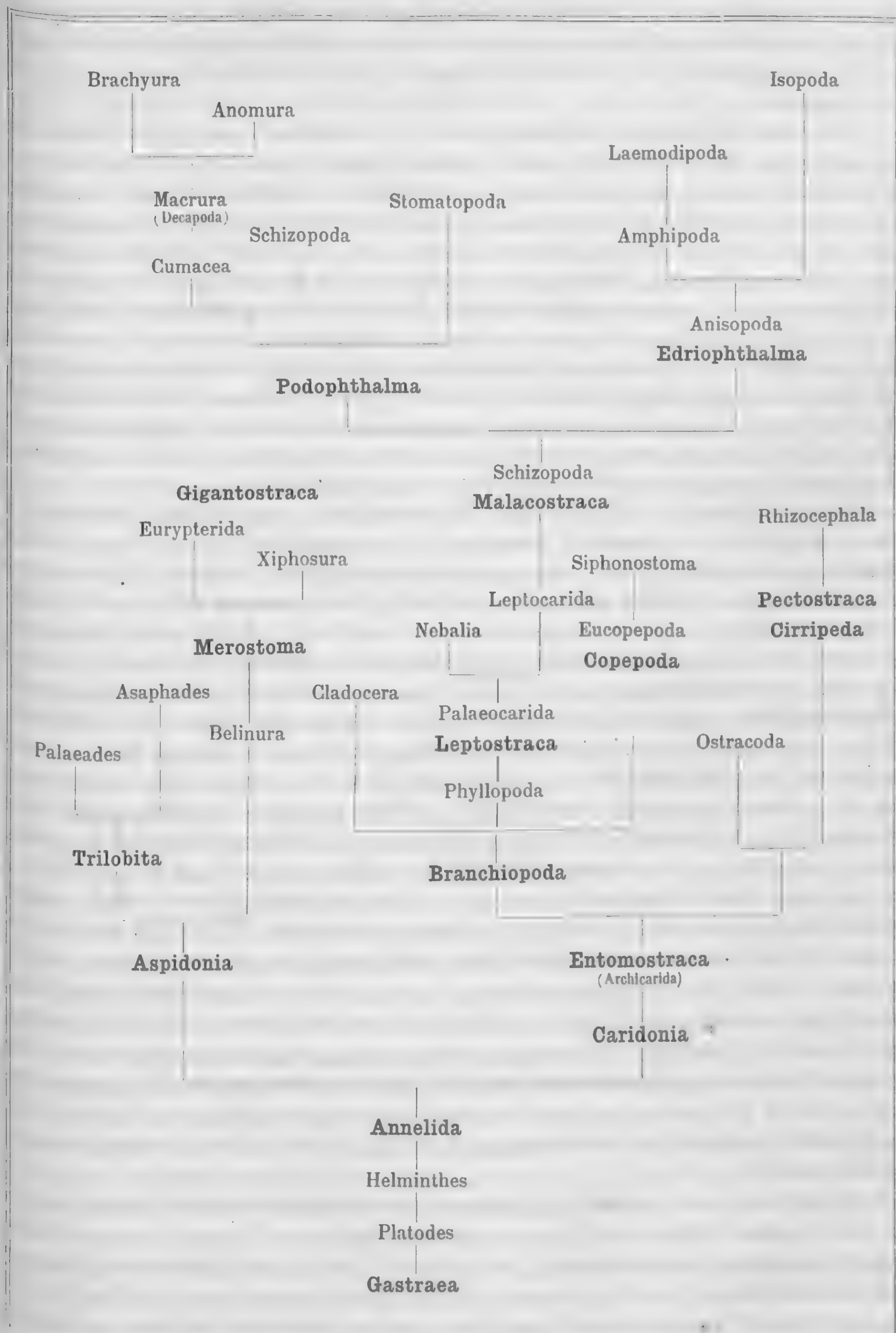
L'albero genealogico a pag. 337 ci mostra in qual modo approssimativo noi possiamo immaginarci presentemente l'origine degli ordini di crostacei annoverati a pag. 336 dal comune gruppo-stipite degli archicaridi. Dalla forma *Archicaris* che un dì esisteva come genere indipendente si sono sviluppati come rami divergenti in diverse direzioni le tre legioni dei crostacei inferiori od entomostraca, cioè i crostacei con piedi branchiali o branchiopoda, quelli con piedi a remo o copepoda e quelli con piedi a cirri o cirripeda. Ma anche le tre legioni dei crostacei superiori o malacostraca, cioè i crostacei corazzati o *leptostraca*, i corazzati ad occhi sessili od *edriophtalma* e quelli ad occhi peduncolati o *podophtalma* hanno preso la loro origine dal comune stipite *Archicaris*. Gli antichissimi paleocaridi estinti degli strati cambriani e siluriani (*Ceratocaris*) appartenevano probabilmente alle forme-stipiti dei malacostraci. Ancora oggidì la *Nebalia* fa immediato passaggio dai fillopodi agli schizopodi e rappresenta un residuo del gruppo che fu stipite comune ai malacostraci edrioftalmi ed ai podoftalmi. Tuttavia qui la forma embrionale di *Nauplius* si è trasformata dapprima in un'altra forma embrionale, la *Zoea*, la quale ha un'alta importanza filogenetica.

Al gruppo-stipite dei leptostraci (*Nebalia*) si rannoda dapprima l'ordine degli schizopodi o crostacei a zampe biforcate (*Mysis*), poichè questi anche oggidì, per mezzo delle *Nebalie*, si collegano direttamente coi fillopodi o crostacei coi piedi a foglia. Dagli schizopodi si sono svolti in direzioni diverse come due rami divergenti i malacostraci edrioftalmi ed i podoftalmi; i primi si connettono anche oggidì per mezzo dei cumacei (*Cuma*) e dei carididi (*Penaeus*) e i secondi per mezzo degli anisopodi

Specchio sistematico dei Crostacei.

CLASSI	LEGIONI	ORDINI	ESEMPI DI GENERI
I. CROSTACEI VERI (Caridonia) Con due paia di antenne e con forma larvale di Nauplius	I. Branchiopoda Crostacei a piedi branchiali	1. Archicarides	Archicaris
		2. Phyllopoda	Limnetis
		3. Cladocera	Daphnia
		4. Ostracoda	Cypris
	II. Copepoda Crostacei con piedi a remo	5. Eucopepoda	Cyclops
		6. Siphonostoma	Lernaeocera
		7. Branchiura	Argulus
	III. Cirripoda Crostacei con piedi a cirro	8. Pectostraca	Lepas
		9. Rhizocephala	Sacculina
	IV. Leptostraca Crostacei corazzati primitivi	10. Leptocarida	Nebalia
		11. Palaeocarida	Ceratocaris
	V. Etdriophthalma Crostacei corazzati con occhi sessili	12. Amphipoda	Gammarus
		13. Laemodipoda	Caprella
		14. Anisopoda	Tanais
		15. Isopoda	Oniscus
	VI. Podophthalma Crostacei corazzati con occhi pedunculati	16. Cumacea	Diastylis
		17. Schizopoda	Mysis
		18. Stomatopoda	Squilla
		19. Decapoda	Astacus
II. CROSTACEI CLIPEATI (Aspidonia) Con un paio di antenne e senza forma larvale di Nauplius	VII. Trilobita Crostacei clipeati senza chele	20. Palaeades	Paradoxides
		21. Asaphades	Asaphus
	VIII. Merostoma Crostacei clipeati forniti di chele	22. Gigantostraca	Pterygotus
		23. Xiphosura	Limulus

Albero genealogico dei Crostacei.



(*anisopoda, Tanais*), cogli schizopodi. Ai podoftalmi appartengono il gambero fluviatile, il gambero marino e gli altri podoftalmi a lunga coda o macruri da cui solo più tardi, nel cretaceo, per riduzione della coda, si sono sviluppati i granchi dalla coda breve o brachiuri. Gli edrioftalmi si scindono nei due rami delle pulci d'acqua (*anfipodi*) e degli onisci (*isopodi*), ai quali ultimi appartiene il nostro comune onisco dei muri o delle cantine.

Nell'ontogenesi degli aspidonii (*aspidonia*) o crostacei clipeati, appartenenti alla seconda classe dei crostacei, noi non troviamo la caratteristica larva *Nauplius* che ci fa concludere con sicurezza alla comune discendenza di tutti i caridonii o crostacei veri. Inoltre i primi hanno solo un paio di antenne mentre questi ne hanno sempre due paia. Di più la segmentazione del corpo, come pure la struttura interna, mostrano molte spiccate differenze. Tuttavia è verosimile che le stirpi delle due classi di crostacei abbiano ancora in fondo una radice comune. Per vero altri zoologi dànno tanto peso a quelle differenze che essi separano affatto gli aspidonii dai crostacei e li riuniscono cogli aracnidi; fra questi ultimi gli scorpioni mostrano infatti notevole rassomiglianza coi primi. Poichè ora scorpioni fossili occorrono già nel siluriano e sono i più antichi tracheati fossili, si potrebbe pur sempre pensare ad una primitiva connessione fra le stirpi dei due gruppi. Però agli aspidonii mancano le trachee ed i canali malpighiani degli aracnidi che questi ultimi condividono cogli altri tracheati.

Fra gli antichissimi aspidonii estinti si trovano i più grandi di tutti gli articolati, i merostomi siluriani e devoniani (*eurypterida* e *pterygotida*). Alcuni di essi, molto simili a giganteschi scorpioni, raggiungevano una larghezza di oltre a 2 metri; essi vennero dapprima tenuti in parte per pesci fossili. Questi crostacei giganteschi (*gigantostraca*) sembrano essere strettamente affini ai nostri moderni xifosuri (*xiphosura* o crostacei dalla coda a pugnale) delle Mollucche rappresentati dal solo genere *Limulus*. Per questi « ultimi Mohicani » del grande gruppo degli aspidonii il corpo fatto a mo' di clipeo raggiunge anche una larghezza di più d'un piede; essi vivono nel mare delle Mollucche e sulle coste orientali del Nord-America, ed ora si possono anche spesso vedere nei nostri acquarii ove essi colpiscono per la loro coda a pugnale e pei loro strani movimenti natatorii. Probabilmente tutti gli aspidonii discendono dagli antichissimi trilobiti (*palaeades* ed *asaphades*); questi si trovano pietrificati in grandi masse già nel sistema cambriano e nel siluriano; essi si estinguono già nel carbonifero.

La terza classe primaria di articolati è formata dai tracheati (*tracheata*); essi si rannodano strettamente alla prima gran classe, agli anellidi, e sono con essi strettamente collegati per mezzo dei protracheati (*peripatus*), che dapprima erano riferiti a questi ultimi. I tracheati sono nati al più presto verso il fine dell'età archeolitica, perchè tutti questi animali (in opposizione agli acquatici crostacei) sono originariamente animali terragnoli. Evidentemente questi animali dalla respirazione aerea non possono essere sviluppati che nel corso del periodo siluriano, quando cominciò la vita aerea. Il più antico tracheato fossile è uno scorpione siluriano (*Eoscorpius*): resti fossili di aracnidi ed insetti sono stati trovati già nel sistema devoniano e negli strati carboniferi.

Sull'origine e sulle parentele dei tracheati abbiamo acquistato solo da poco tempo le più importanti informazioni per mezzo del rimarchevole *Peripatus*, che per vero era già conosciuto da molto tempo, ma che però è stato per la prima volta studiato esattamente solo dai molto benemeriti naturalisti della spedizione del *Challenger*; fu sopratutto il Moseley che colla scoperta delle sue trachee e della sua evoluzione

gli ha assegnato il suo posto naturale nel sistema. Dapprima questo notevole animale, che vive strisciando sul suolo nella zona torrida, veniva annoverato fra gli anellidi, e ad essi rassomiglia esternamente nella forma cilindrica del corpo uniformemente segmentato. Questo è composto da 20-30 articoli o metameri e porta altrettante paia di piccole zampe inarticolate munite di uncini. Inoltre il *Peripatus* possiede ancora numerose paia di nefridii o « reni segmentali » come i veri anellidi. Il suo capo è poco sviluppato. Si trovano dappertutto sparsi irregolarmente nella pelle numerosi pori aerei che conducono in stretti ciuffi tracheali a fondo cieco. Ciò mostra che in questi peripatidi, i quali sono da considerarsi come i superstiti degli antichissimi protracheati, i caratteristici organi respiratori sono nati da ghiandole cutanee di anellidi ai quali essi stanno ancor molto vicini anche nel resto della struttura.

Nelle tre rimanenti classi dei tracheati, nei miriapodi, aracnidi ed insetti, le trachee non sono più distribuite irregolarmente su tutta la pelle in innumerevoli ciuffetti, ma invece sono disposte regolarmente in due serie longitudinali di maggiori ciuffi. Questi sboccano dai due lati all'esterno per una serie di fori aerei, pei quali l'aria entra nei tubi terminanti a fondo cieco. In ognuna delle due serie longitudinali i ciuffi originariamente separati si uniscono per solito, per mezzo di tubi di collegamento od anastomosi, e, col maggiore svolgersi ed allargarsi di questi ultimi, nascono due grandi tronchi longitudinali che in molti insetti appaiono come la parte principale del sistema tracheale. Infine le tre classi di veri tracheati si distinguono generalmente dai protracheati (*peripatus*) per due importanti caratteri: i reni segmentali dei primi sono in questi ultimi andati perduti per regresso, oppure si sono trasformati, per scambio di lavoro, in altri organi, ed i piedi inarticolati sono diventati zampe articolate (tav. XVIII, fig. 10, 11).

Fra tutti gli altri tracheati si collegano più strettamente ai protracheati o peripatidi i miriapodi (*myriapoda*), i quali, come i primi, vivono in siti umidi e scuri sulla terra e sotterra. Anche qui il corpo è ancora molto simile a quello degli anellidi, composto da un grande numero di segmenti simili, di cui ciascuno porta in origine un paio di brevi zampe uncinate (tav. XVIII, fig. 10). Nel primo ordine dei miriapodi, nei chilopodi (*chilopoda*), si è conservata questa disposizione primitiva. Invece nel secondo ordine, nei diplopodi (*diplopoda*) gli anelli del corpo o metameri si sono fusi due a due insieme, cosicchè ogni segmento porta, apparentemente, due paia di zampe. Il numero loro è spesso grandissimo, 60-80, in alcuni persino di oltre a cento. Tutte le zampe sono nettamente articolate. Ai chilopodi appartengono la *Scolopendra* ed il *Polyzonias;* ai chilognati o diplopodi invece il *Julus* ed il *Glomeris.*

Mentre nei protracheati e miriapodi il numero dei segmenti e delle paia di zampe del corpo allungato e vermiforme è sempre molto grande, esso appare invece molto ridotto nella terza classe di tracheati, quella degli aracnidi (*arachnida*). Per solito si dà a questi, come carattere che li distingue dagli esapodi insetti, la presenza di quattro paia di zampe. Tuttavia, come sembrano mostrare gli scorpioni ed i frinidi, sono essenzialmente presenti anche in essi, come negli insetti, solo tre paia di vere zampe. Il quarto paio apparente degli aracnidi (l'anteriore) è propriamente un paio di mascelle. Fra gli aracnidi viventi ancora presentemente v'ha un piccolo gruppo che probabilmente sta molto vicino alla forma-stipite dell'intera classe. Questo è l'ordine dei solifugi o ragni-scorpioni (*Solpuga*, *Galeodes*), dei quali molte grandi specie molto temute pel loro morso velenoso vivono in Africa ed in Asia. Il corpo risulta qui (come dobbiamo presupporlo nel progenitore comune degli aracnidi e degli insetti) da tre

sezioni distinte, da un capo che porta un paio di antenne (trasformate in « palpi mascellari ») e due paia di mascelle, da un torace ai cui tre segmenti sono fissate le tre paia di zampe, e da un addome fatto di molti segmenti. Nella segmentazione del corpo i solifugi stanno dunque propriamente molto più vicini agli insetti che ai rimanenti aracnidi; solo un paio di mascelle si è perduto. In base a questa segmentazione morfologicamente omogenea si dovrebbe forse ammettere che da antichissimi aracnidi siluriani, che erano strettamente affini ai moderni solifugi, si siano svolti come tre rami divergenti gli scorpari, gli opilionidi e gli araneidi (pag. 343).

Gli scorpari (*scorparia* od *arthrogastra*) appaiono essere le forme più antiche e primitive; l'antica segmentazione del corpo si è in esse conservata meglio che nei ragni. Le più importanti forme di questa sottoclasse sono gli scorpioni, i quali per mezzo dei frinidi sono collegati coi solifugi. Scorpioni fossili (*Eoscorpius*) si trovano qua e là già nel siluriano, e sono i più antichi resti fossili di veri tracheati; sono più frequenti nel carbonifero. Sembrano essere un ramo laterale regresso degli scorpari i piccoli *pseudoscorpioni* che abitano nelle nostre biblioteche e negli erbari. Fra gli scorpioni ed i ragni stanno gli opilionidi (*opiliones*) dalle lunghe gambe, i quali forse sono nati da uno speciale ramo dei solifugi. I pignogonidi e gli arctischi (tardigradi) che ancora oggidì si collocano per solito fra gli aracnidi o sono aracnidi affatto regressi (senza traccia di trachee), o si devono affatto escludere da questa classe. I primi sono forse da collocarsi fra i crostacei, gli ultimi, invece, fra gli anellidi.

Di origine molto più recente che gli scorpari sono gli araneidi (*araneae*), la seconda sottoclasse degli aracnidi; essi cominciano a trovarsi pietrificati solo nel giurassico. Essi vivono probabilmente svolti da un ramo di solifugi pel fatto che gli anelli del corpo si sono più o meno fusi l'uno coll'altro. Nei veri ragni tessitori che noi ammiriamo per la loro fina arte tessile, la fusione dei segmenti o metameri va così oltre che il tronco non risulta più che da due pezzi, un cefalotorace che porta le mascelle e le quattro paia di zampe ed un addome senza appendici su cui stanno le filiere. Negli acari (*acaria*), i quali verosimilmente son nati per degenerazione (specialmente determinata dal parassitismo) da un ramo laterale regredito dei ragni, persino queste due sezioni si fondono ancora insieme in una sola massa inarticolata.

Contrariamente all'idea qui ammessa che gli aracnidi posseggano strette affinità filogenetiche cogli insetti e che insieme con questi essi si siano sviluppati dalla più antica classe dei miriapodi (fors'anche da due diversi gruppi di questa classe), è stata recentemente sostenuta, dal Ray-Lankester, un'opinione affatto diversa. Secondo questa la concordanza nella segmentazione e nella struttura del corpo fra gli aracnidi e gli insetti sarebbe solo apparente e dovuta a convergenza. Per contro gli aracnidi (ed in primo luogo il loro gruppo-stipite, gli scorpioni) hanno le loro più strette affinità cogli aspidoni che noi abbiamo citato precedentemente come seconda classe dei crostacei (pag. 338). Infatti molte somiglianze fra queste due classi sono notevolmente grandi. Si può però obbiettare che anche questa rassomiglianza può essere stata prodotta dalla sola convergenza (pag. 159).

Dobbiamo poi rilevare in modo speciale che gli aracnidi concordano coi veri tracheati in due importantissime particolarità: nella presenza di trachee ed in quella dei tubi malpighiani; di queste strutture gli aspidoni non hanno traccia alcuna. Se realmente sussistesse un diretto rapporto filogenetico fra aspidoni (*Limulus*, *Eurypterus*) ed aracnidi (*Scorpio*, *Thelyphonus*), l'ipotesi più verosimile sarebbe che questi ultimi (affatto indipendentemente dalle tre altre classi di tracheati) si fossero svolti

dai primi già nel periodo siluriano. Le trachee degli aracnidi avrebbero allora altra origine che quella dei miriapodi ed insetti.

La quarta ed ultima classe degli articolati respiranti per trachee è quella degli insetti (*insecta* od *hexapoda*), la più vasta di tutte le classi animali e, dopo quella dei mammiferi, la più importante di tutte. Sebbene gli insetti spieghino maggiore molteplicità di generi e specie che quasi tutti gli altri animali presi insieme, tuttavia in fondo non si tratta che di variazioni superficiali di un solo tema, il quale nei suoi caratteri essenziali si presenta affatto costante. In tutti gli insetti le tre sezioni del tronco: capo, torace e addome, sono nettamente distinte (tav. XVIII, fig. 11). L'addome non porta appendici articolate di sorta. La sezione mediana, il torace, porta ventralmente le tre paia di zampe, e inoltre, nel più dei casi, porta due paia di ali sul dorso. Per verità in moltissimi insetti un paio od entrambe le paia di ali sono atrofizzate od anche affatto sparite. Ma l'anatomia comparata degli insetti ci mostra chiaramente che questa mancanza generalmente non sia prodotta che più tardi per atrofizzazione delle ali, e che quasi tutti gl'insetti ora viventi discendono da un insetto-stipite comune, il quale possedeva tre paia di zampe e due paia d'ali (cfr. pag. 164). Un'unica eccezione ce la presenta l'ordine dei tisanuri (*campodina* e *collembola*). In questi piccoli insetti la mancanza di ali è primitiva; essi sono l'ultimo resto di una più antica forma-stipite senz'ali nata direttamente dai miriapodi. Le ali, che distinguono così spiccatamente gli insetti dagli altri articolati, sono estremità dorsali indipendenti che probabilmente si sono originate dapprima dalle tracheobranchie foliate che noi osserviamo ancora oggidì nelle larve acquatiche delle effimere (*ephemera*).

Il capo degli insetti porta costantemente oltre agli occhi un paio di antenne articolate ed inoltre ai due lati della bocca tre mascelle. Queste tre paia di mascelle, sebbene in tutti gli insetti esse siano nate dagli stessi fondamenti primitivi e nei diversi ordini, per vari adattamenti, si sono trasformate in modi estremamente molteplici e notevoli, cosicchè se ne fa uso prevalente per distinguere le divisioni principali.

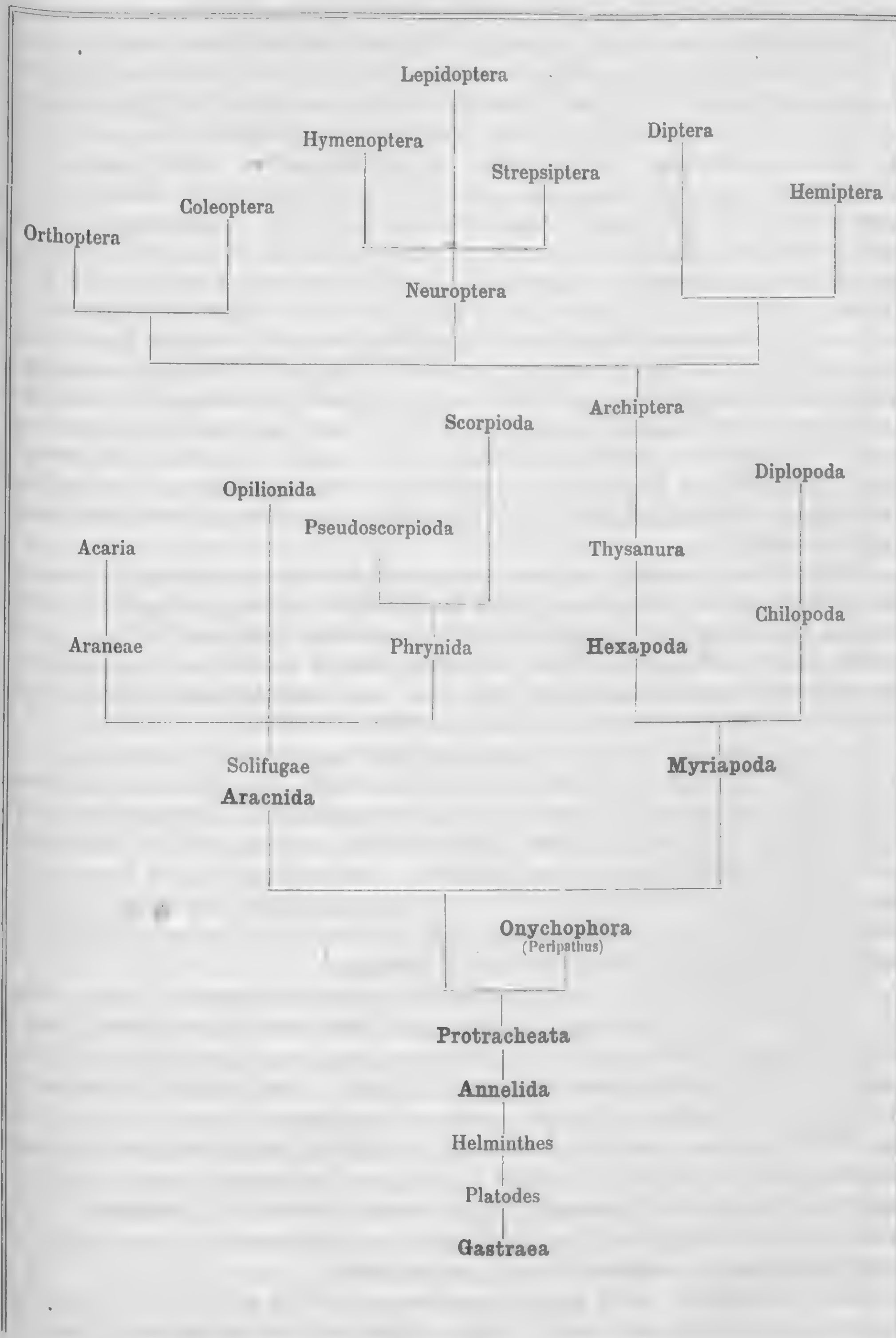
In primo luogo si possono distinguere, come due sezioni principali di questa ricca classe, insetti con parti boccali masticanti (*masticantia*) ed insetti con apparati boccali succhiatori (*sugentia*). Una più minuta osservazione permette tuttavia di dividere ancor più esattamente ognuna di queste due sezioni in due sottogruppi. Fra gl'insetti masticatori noi possiamo distinguere gli insetti mordenti e gli insetti lambenti. Ai masticatori appartengono gli insetti più antichi e primitivi: i sei ordini degli atteri, degli archipteri, neurotteri, strepsitteri, ortotteri e coleotteri. I lambenti (*lambentia*) sono costituiti solo dall'unico ordine degli imenotteri. Fra gli insetti succhiatori noi possiamo distinguere i due gruppi dei pungenti e dei succhiatori. Ai pungenti (*pungentia*) appartengono i due ordini degli emitteri e dei ditteri, ed ai succhiatori (*sorbentia*) solo i lepidotteri.

Noi dobbiamo considerare come i più antichi di tutti gli insetti, come quelli che sono più vicini allo stipite comune dell' intera classe, l'ordine dei *thysanura*, che non sono alati; ad essi appartengono le piccole campodine e collembole (podure, lepisme, ecc.). Essi si distinguono fra tutti gli insetti per una semplicità primitiva di struttura, e la mancanza di ali è in essi soli primitiva. In tutti gli altri insetti alati (quali si trovano numerosi in tutti gli ordini) essa per contro è nata solo in seguito per atrofia e regressione delle ali (cfr. pag. 165). Inoltre i tisanuri sono ancora molto notevoli pel fatto che parecchi di essi (per esempio i *Campodea*) portano ancora zampe rudimentali agli anelli addominali e si rannodano perciò direttamente ai miriapodi loro

Specchio sistematico dei Tracheati.

CLASSI	SOTTOCLASSI	ORDINI	ESEMPI DI GENERI
I. PROTRACHEATA	I. Onychophora	1. Peripatida	Properipatus, Peripatus
II. MYRIAPODA	II. Chilopoda	2. Chilopoda	Scolopendra, Geophilus
	III. Diplopoda	3. Diplopoda	Julus, Polydesmus
III. ARACHNIDA	IV. Scorparia	4. Solifugae	Solpuga, Galeodes
		5. Phrynida	Phrynus, Thelyphonus
		6. Scorpioda	Scorpio, Buthus
		7. Pseudoscorpioda	Obisium, Chelifer
		8. Opilionida	Phalangium, Opilio
	V. Araneae	9. Tetrapneumones	Mygale, Cteniza
		10. Dipneumones	Epeira, Tegenaria
	VI. Acaria	11. Sphaeracara	Sarcoptes, Demodex
		12. Macracara	Linguatula, Pentastoma
IV. INSECTA	VII. Masticantia	13. Thysanura	Campodea, Lepisma
		14. Archiptera	Ephemera, Libellula
		15. Neuroptera	Hemerobius, Phryganea
		16. Strepsiptera	Stylops, Xenos
		17. Orthoptera	Locusta, Forficula
		18. Coleoptera	Cicindela, Melolontha
		19. Hymenoptera	Apis, Formica
	VIII. Sugentia	20. Hemiptera	Aphis, Cimex
		21. Diptera	Culex, Musca
		22. Lepidoptera	Bombyx, Papilio

Albero genealogico dei Tracheati.



progenitori. In base a questi importanti fatti si può dal punto di vista filogenetico dividere dapprima l'intera classe degli insetti in due classi storicamente separate, *apteronii* e *pterigonii*. La più antica sottoclasse degli atteri primitivi (*apteronia*) non è più rappresentata omai che dai tisanuri, e comprende inoltre le forme estinte che sono le dirette intermediarie fra miriapodi ed insetti. La più recente sottoclasse degli alati (*pterygonia*) non si è svolta che più tardi dalla prima e comprende tutti gli altri insetti.

Fra i pterigonii i più antichi sono i morsicanti, cioè gli insetti con parti boccali morsicatrici, e fra questi sta più vicino di tutti al comune stipite l'ordine degli archipteri (*archiptera* o *pseudoneuroptera*). Ad esso appartengono anzitutto le effimere (*ephemera*), le cui larve viventi nell'acqua ci mostrano probabilmente ancora oggidì nelle loro tracheobranchie fogliformi quegli organi da cui sono nate le ali degli insetti. Infine appartengono a quest'ordine le note damigelle o libellule, i fisopodi (*physopoda*) e le temute termiti. Resti fossili di archipteri si trovano qua e là nel sistema devoniano e nel carbonifero. È probabile che si sia sviluppato direttamente dagli archipteri l'ordine dei neurotteri (*neuroptera*) che non si distinguono essenzialmente da essi che per la metamorfosi completa. A questi appartengono i planipenni (*planipennia*) ed i friganidi (*phryganida*). Insetti fossili che fanno il passaggio dagli archipteri (libellule) ai neurotteri (sialidi) si trovano già nel devoniano e nel carbonifero (*Dictyophlebia*). Dai neurotteri discendono verosimilmente i piccoli strepsitteri (*strepsiptera*) distinti dall'atrofia delle ali anteriori e dal loro notevole parassitismo (negli imenotteri).

Da un altro ramo degli archipteri si è probabilmente sviluppato già di buon'ora per differenziamento delle due paia d'ali l'ordine degli ortotteri (*orthoptera*). Questa sezione risulta dal ricco gruppo delle blatte, cavallette, grilli, ecc. (*ulonata*) e del piccolo gruppo delle note forficule (*labidura*), le quali sono distinte per la pinzetta che portano all'estremità posteriore del corpo. Tanto delle blatte che dei grilli e delle cavallette si conoscono fossili nel devoniano e nel carbonifero.

Anche il sesto ed elevatissimo ordine dei morsicanti, quello dei coleotteri (*coleoptera*), si trova già fossilizzato nel carbonifero. Quest'ordine straordinariamente esteso, il prediletto degli amatori di insetti e dei collezionisti, mostra più chiaramente di tutti quale infinita molteplicità di forme si può sviluppare esternamente per adattamento a svariate condizioni di vita, senza che perciò l'intima struttura e la forma fondamentale del corpo ne venga in qualche modo essenzialmente trasformata. Probabilmente i coleotteri si sono sviluppati da un ramo degli ortotteri da cui essi si distinguono essenzialmente solo per la loro metamorfosi completa.

A questi sei ordini degli insetti mordenti si rannoda ora dapprima l'unico ordine di insetti lambenti, l'interessante gruppo degli imenotteri (*hymenoptera*). Qui si schierano quegli insetti che pel loro elevato stato civile, per la loro inoltrata divisione di lavoro, e per la formazione di comunità e di stati si sono innalzati ad una meravigliosa altezza di vita psichica, di perfezione intellettuale e di forza di carattere, per modo che sorpassano non solo il più degli invertebrati, ma addirittura il più degli animali. Sono sopratutto le formiche e le api, poi i calabroni, le vespe, tentredini, uroceridi, cinipidi, ecc. Essi cominciano a trovarsi fossilizzati nel giurassico, in gran numero però solo negli strati terziarii. Probabilmente gli imenotteri si sono sviluppati come ramo laterale o dagli archipteri o dai neurotteri.

Dei due ordini di insetti pungenti, emitteri e ditteri, il più antico è quello degli emitteri (*hemiptera*), detti anche rincoti (*rhynchota*). Ad essi appartengono i tre

sott'ordini degli omotteri (*homoptera*), delle cimici od eterotteri (*heteroptera*) e dei pidocchi o pediculini (*pediculina*). Dei primi due si trovano già resti fossili nel giurassico. Ma già nel sistema peruviano si trova un rimarchevole insetto (*Eugereon*) che sembra accennare ad una discendenza degli emitteri dai neurotteri. Dei tre sott'ordini degli emitteri è probabilmente il più antico quello degli omotteri a cui, oltre i veri afidi, appartengono ancora i coccidi, i psillidi e le cicale. Da due diversi rami di omotteri si saranno svolti per inoltrata degenerazione (sopratutto per perdita delle ali) i pediculini, e invece per perfezionamento (differenziamento delle due paia d'ali) gli eterotteri. Molti di essi (come le cimici dei letti) hanno perduto le ali.

Il secondo ordine di insetti pungenti, le mosche o ditteri (*diptera*) si trova bensì già allo stato fossile nel giurassico presso agli emitteri, ma però è verosimile che esso si sia sviluppato solo dagli emitteri per atrofizzamento delle ali posteriori. Solo le ali anteriori sono nei ditteri rimaste complete. La gran massa di quest'ordine è formata dalle lunghe zanzare (*nemocera*) e dalle brevi mosche (*brachycera*). I più antichi sono certo i nemoceri. D'entrambi i gruppi si trovano tuttavia dei resti già nel giurassico. Per degenerazione in seguito a parassitismo si sono probabilmente sviluppati da essa i due piccoli gruppi dei pupipari (*pupipara*) e delle pulci (*aphaniptera*) atte al salto.

Il decimo ed ultimo ordine di insetti, e nello stesso tempo il solo in cui le parti boccali siano veramente *succhiatrici*, è quello delle farfalle o lepidotteri (*lepidoptera*). Per molti rispetti quest'ordine appare morfologicamente essere il più perfetto gruppo di insetti, e conseguentemente a ciò si è anche sviluppato più tardi. Non si conoscono infatti dei fossili di quest'ordine prima del terziario, mentre i tre precedenti ordini risalgono fino al giurassico e gli ordini dei mordenti fino al carbonifero o al devoniano. La stretta affinità di alcune tignuole (*tineae*) e nottue (*noctuae*) con certi friganidi (*phryganida*) rende probabile che i lepidotteri si siano sviluppati da questo gruppo, dall'ordine dunque dei neurotteri.

Come vedete, l'intera storia della classe degli insetti e inoltre anche la storia dell'intera stirpe degli articolati vi conferma la gran legge del differenziamento e del perfezionamento che noi, secondo la teoria darwiniana della selezione, dobbiamo riconoscere come conseguenza necessaria della scelta naturale. Tutta questa stirpe così ricca di forme comincia all'èra archeolitica con anellidi acquatici inferiori che erano nati da un più antico gruppo di elminti inarticolati. Da tali vermi antichi ed ancora imperfettamente segmentati, che si acquistarono i primi rudimenti della caratteristica *catena ventrale*, si svilupparono gli stipiti degli odierni anellidi. Questi erano dapprima apodi come le sanguisughe; più tardi essi acquistarono parapodii con setole come i chetopodi. Parimenti già nell'èra archeolitica, cioè nel periodo cambriano, si svilupparono presso ad essi i crostacei. Di questi gli aspidonii e specialmente i trilobiti sono già rappresentati da numerosi fossili nel sistema devoniano e siluriano, e persino nel cambriano. Altrettanto antichi sono anche gli archicaridi ed i leptocaridi e paleocaridi che da essi sono usciti.

Più recenti che le forme acquatiche degli anellidi e crostacei sono i tracheati dalla respirazione aerea. Per vero si trovano alcuni scorpioni già nel siluriano, ed è pure in questo periodo che bisogna porre l'origine dello stipite comune di tutti i tracheati, il quale era probabilmente molto affine al moderno *Peripatus*. Da tali protracheati si svolsero durante il periodo siluriano e devoniano gli stipiti dei miriapodi, aracnidi ed insetti, che si trovano fossili già nel devoniano e nel carbonifero. Degli insetti non

esistettero per molto tempo che i sei ordini dei mordenti, dapprima tisanuri privi di ali, poi archipteri che verosimilmente formano il gruppo-stipite comune degli altri. Solo molto più tardi dagli insetti morsicanti, i quali conservarono più perfetta la primitiva forma delle tre paia di mascelle, si svolsero i tre rami divergenti degl'insetti lambenti, pungenti e succhianti. La seguente tabella vi mostra ancora una volta in modo riassuntivo il susseguirsi di questi ordini nella storia della terra.

Specchio tabellare della serie storica della comparsa paleontologica dei sei ordini di insetti.

A. Insetti con parti boccali masticatrici (Masticantia)	I. Insetti mordenti (Mordentia)	1. Thysanura	M. I. A. O.	Dapprima fossili nel devoniano
		2. Archiptera	M. I. A. S.	
		3. Neuroptera	M. C. A. S.	
		4. Orthoptera	M. I. A. D.	
		5. Strepsiptera	M. C. A. D.	Dapprima fossili nel carbonifero
		6. Coleoptera	M. C. A. D.	
	II. Insetti leccanti (Lambentia)	7. Hymenoptera	M. C. A. S.	Dapprima fossili nel giurassico
B. Insetti con parti boccali succhiatrici (Sugentia)	III. Insetti pungenti (Pungentia)	8. Hemiptera	M. I. A. S.	
		9. Diptera	M. C. A. D.	
	IV. Insetti succhianti (Sorbentia)	10. Lepidoptera	M. C. A. S.	Dapprima fossili nel terziario

Nei dieci ordini di insetti è indicata insieme la differenza nella metamorfosi e nella conformazione delle ali per mezzo dei seguenti caratteri: M. I. = metamorfosi incompleta; M. C. = metamorfosi completa (cfr. *Morfologia generale*, II, pag. XCIX); A. S. = ali simili (ali anteriori e posteriori poco o nulla differenti di forme e tessitura); A. D. = ali disuguali (ali anteriori e posteriori diversissime per grande differenziamento di struttura e di tessitura); A. O. = mancanza d'ali primitiva (solo nel primo e più antico ordine di insetti, i Tisanuri).



VENTIQUATTRESIMA CONFERENZA

Genealogia dei Cordati (Tunicati e Vertebrati).

Documenti sulla creazione dei vertebrati (anatomia comparata embriologica e paleontologica). — Il sistema naturale dei vertebrati. — Le quattro classi di vertebrati di Linneo e Lamarck. — Loro elevamento ad otto classi. — Classe primaria dei leptocardi od acranii (*Amphioxus*). — Consanguineità degli acranii coi tunicati. — Corrispondenza dello sviluppo embrionale dell'*Amphioxus* e delle ascidie. — Origine del *phylum* dei vertebrati da un gruppo di vermi. — Discendenza unica dei cordati. — Il loro intestino branchiale. — Rapporti cogli enteropneusti (*Balanoglossus*) e coi nemertini. — Evoluzione divergente dei tunicati e vertebrati. — Le tre classi dei tunicati: copelati, ascidie e talidie. — Classe primaria dei monorrini o ciclostomi (missine e lamprede). — Classe primaria degli anamnii (ittioti). — Pesci (selaci, ganoidi, teleostei). — Dipneusti. — Monopneumoni e dipneumoni.

Signori!

Fra i grandi gruppi naturali degli organismi che noi per la consanguineità di tutte le specie contenutevi designiamo col nome di stirpi o phyla, nessuno ha un'importanza eminente e preponderante come quello dei vertebrati. Infatti pel concordante avviso di tutti i zoologi anche l'uomo è un membro di questa stirpe e, pel complesso della sua struttura e del suo sviluppo, è impossibile separarlo dai rimanenti vertebrati. Della storia evolutiva dell'uomo noi abbiamo già anteriormente imparato a conoscere l'innegabile fatto che esso nel suo sviluppo dall'uovo al principio non è differente dagli altri vertebrati e sopratutto dai mammiferi; da ciò noi dobbiamo necessariamente inferire, rispetto alla sua evoluzione paleontologica, che il genere umano si è difatto sviluppato storicamente da vertebrati inferiori e che esso ha i suoi progenitori più prossimi nei mammiferi. Queste circostanze, e anche il grande interesse che ci offrono anche per vari altri rispetti i vertebrati e che è superiore a quello di tutti gli altri organismi, ci dan diritto a ricercare qui con particolare esattezza la genealogia dei vertebrati ed il sistema naturale che ne è l'espressione.

Fortunatamente i documenti che ci devono sempre guidare nello stabilire gli alberi genealogici, sono appunto per questo importante tipo animale da cui è nato lo stesso nostro genere, particolarmente completi. Grazie al Cuvier, già al principio del nostro secolo l'anatomia comparata e la paleontologia son giunte ad un alto grado di perfezione; lo stesso si dica dell'embriologia per opera del Baer. Più tardi, sopratutto le ricerche d'anatomia comparata di Giovanni Müller e di Rathke e recentemente quelle di Gegenbaur ed Huxley, hanno notevolmente promosse le nostre conoscenze sui rapporti naturali di parentela dei diversi gruppi di vertebrati. Specialmente i classici lavori di Gegenbaur, che sono dappertutto compenetrati dal concetto fondamentale della teoria della discendenza, hanno dato la prova che i materiali forniti dall'anatomia comparata, come in tutti gli altri animali, sopratutto nel tipo dei vertebrati hanno acquistato la loro vera importanza ed il loro vero valore solo coll'applicazione della teoria della discendenza. Anche qui, come dappertutto, le analogie si devono ricondurre all'adattamento e le omologie alla eredità. Così, per esempio, noi vediamo che le estremità

omologhe dei diversi vertebrati, malgrado la straordinaria dissomiglianza nella forma esterna, tuttavia posseggono essenzialmente la stessa struttura interna: noi vediamo che il braccio dell'uomo e delle scimmie, l'ala del pipistrello e dell'uccello, la pinna toracica dei cetacei e degli halisauri, le zampe anteriori degli ungulati e delle rane hanno sempre a base le stesse ossa, e gli stessi rapporti caratteristici di posizione, di articolazione e di collegamento. Ora noi non possiamo spiegare questa meravigliosa concordanza od omologia che ricorrendo alla comune eredità da un solo primo stipite. Le vistose differenze di queste membra omologhe provengono invece dall'adattamento a diverse condizioni di esistenza e a diverse funzioni (cfr. tav. 10).

Come l'anatomia comparata, anche l'ontogenesi o storia dell'evoluzione individuale ha per la genealogia dei vertebrati un'importanza al tutto speciale. I primi stadi di evoluzione provenienti dall'uovo in tutti i vertebrati sono essenzialmente affatto uguali e conservano tanto più a lungo la loro concordanza quanto più le relative forme adulte di vertebrati sono vicine fra di loro nel sistema naturale, cioè nell'albero genealogico. Quanto vada oltre anche ora questa concordanza delle forme embrionali persino nei vertebrati di più elevato sviluppo ve l'ho già spiegato incidentalmente di sopra (confrontare pagg. 168-178). La concordanza essenziale nelle forme e nella struttura che v'ha per esempio fra gli embrioni dell'uomo e del cane, dell'uccello e della testuggine, anche negli stadii di sviluppo rappresentati sulle tav. II e III è un fatto di straordinaria importanza che ci dà importanti punti d'appoggio per la costruzione dell'albero genealogico.

Finalmente gli è appunto nei vertebrati che i documenti paleontologici hanno un valore affatto speciale. Infatti i resti fossili di vertebrati appartengono in gran parte allo scheletro osseo di questi animali, cioè ad un sistema organico, che ha la massima importanza per giudicare del loro organismo. Certamente anche qui, come dappertutto, i documenti forniti dai fossili sono incompleti e pieni di lacune. Ma dei vertebrati estinti ci son pur sempre conservati resti fossili più importanti che non del più degli altri gruppi animali, e singoli frammenti dànno talora le più preziose indicazioni sui rapporti di parentela e la consecuzione storica dei diversi gruppi.

La denominazione di vertebrati (*vertebrata*) proviene, come vi ho già ricordato, da Lamarck, il quale, verso il fine del secolo scorso, riunì per la prima volta sotto questo nome le quattro classi animali superiori di Linneo: i mammiferi, uccelli, anfibi e pesci. Le due classi linneane inferiori, gli insetti ed i vermi, furono dal Lamarck contrapposte ai vertebrati come invertebrati (*invertebrata*, più tardi detti anche spesso *evertebrata*).

La divisione dei vertebrati nelle quattro classi sopranominate fu anche mantenuta da Cuvier e dai suoi seguaci, ed in seguito a ciò anche da molti zoologi fino al presente. Ma già nel 1818 il distinto anatomico Blainville per mezzo dell'anatomia, e quasi contemporaneamente il nostro grande embriologo Baer per mezzo dell'ontogenesi, riconobbero che la classe linneana degli anfibi è una riunione antinaturale di due classi affatto differenti. Il Merrem nel 1820 distinse queste due classi come due gruppi principali di anfibi sotto i nomi di folidoti (*pholidota*) e batraci (*batrachia*). I batraci, che oggi vengono per solito detti anfibi (in stretto senso) comprendono le rane, salamandre, tritoni, cecilie e gli estinti stegocefali. Per tutta la loro organizzazione essi si rannodano strettamente ai pesci. Invece i folidoti o rettili sono molto più affini agli uccelli. Ad essi appartengono le lucertole, i serpenti, i coccodrilli e le testuggini ed i multiformi gruppi mesolitici di draghi, i draghi marini, rettili volanti, ecc.

Rannodandosi a questa naturale divisione degli anfibi in due classi, si divise ora l'intero tipo dei vertebrati in due gruppi primari. Il primo gran gruppo comprende i

pesci ed anfibi, che respirano per tutta la vita od almeno in gioventù e che perciò vengono anche detti vertebrati-branchiati (*branchiata* od *anallantoidia*). Il secondo gruppo invece comprende i rettili, uccelli e mammiferi, che in nessun'epoca della loro vita respirano per branche, ma esclusivamente per polmoni e perciò sono anche detti giustamente abranchi o polmonati (*ebranchiata, allantoidia*). Per quanto sia giusta questa divisione, noi non ce possiamo tuttavia contentare, se veramente vogliamo giungere ad un vero sistema naturale del tipo dei vertebrati e ad un esatto intendimento della sua genealogia. Piuttosto, come ho mostrato nella mia *Morfologia generale*, noi dovremo ancor distinguere tre altre classi di vertebrati, dividendo la classe dei pesci, come veniva accettata finora, in quattro grandi classi (*Morfologia generale*, vol. II, tavola III, pagg. CXVI-CLX).

La prima ed infima di queste classi è formata dagli acranii (*acrania* o *leptocardia*), dei quali oggidì non vive più che un solo rappresentante, il rimarchevole *Amphioxus* (*A. lanceolatus*). Ad essa si rannodano come seconda classe i monorrini (*monorhina*) o ciclostomi (*ciclostoma*), ai quali appartengono i mixinoidi e le lamprede o petromizonti. La terza classe sarebbe formata solo dai veri pesci (*pisces*) ed a questa si rannoderebbero come quarta classe i dipnoi (*dipneusta*), forme di passaggio fra i pesci e gli anfibi. Con queste distinzioni che, come vedrete subito, sono molto importanti per la genealogia dei vertebrati, l'originario numero delle classi, quattro, viene raddoppiato.

Però queste otto classi dei vertebrati non sono per nulla dello stesso valore genealogico. Piuttosto, per importanti ragioni, noi dobbiamo distribuirle in quattro diverse classi primarie. In primo luogo noi possiamo riunire in una classe superiore naturale sotto il nome di vertebrati con amnion (*amnion*) le tre classi più elevate: i mammiferi, uccelli e rettili. A questa si contrappone naturalmente come seconda gran classe quella dei vertebrati senza amnion (*anamnia*) o ittiopsidi (*ichtyota*), cioè le tre classi degli anfibi, dipnoi e pesci. Le sei classi ora menzionate, tanto gli ittioti, quanto gli amnioti, concordano fra di loro in molti caratteri importanti e si distinguono perciò dalle due infime classi (i monorrini e leptocardi). Noi le riuniamo perciò nel gruppo naturale primario degli amfirrini (*amphirhina*) o mandibolati (*gnathostoma*). Finalmente questi anfirrini sono a loro volta molto più affini ai ciclostomi o monorrini che agli acranii o leptocardi. Noi possiamo dunque a buon diritto mettere insieme gli anfirrini ed i monorrini in un gruppo primario più elevato ed a questo contrapporre sotto il nome di craniati (*craniota*) o pachicardi (*pachycardia*) la sola classe degli acranii o leptocardi. Con questa classificazione dei vertebrati, da me proposta nella mia *Morfologia generale*, riesce possibile di vedere semplicemente ed a colpo d'occhio i rapporti genealogici delle loro otto classi. La relazione sistematica intercedente fra questi gruppi si può esprimere brevemente col seguente specchietto:

A. ACRANII (Acrania)			1. Leptocardi	1. Leptocardia
B. CRANIATI (Craniota o Pachycardia)	a) Monorrini (Monorhina)		2. Ciclostomi	2. Cyclostoma
	b) Anfirrrini Amphirhina (Gnathostoma)	I. Anamnii Anamnia (Ichthyota)	3. Pesci	3. Pisces
			4. Dipnoi	4. Dipneusta
			5. Anfibi	5. Anfibi
		II. Amnioti (Amniota)	6. Rettili	6. Rettili
			7. Uccelli	7. Aves
			8. Mammiferi	8. Mammalia

Fra tutti i vertebrati che ci sono noti, quello che sta all'infimo gradino è l'unico rappresentante ancor vivente della prima classe, il pesce-lancetta od *Amphioxus* (*A. lanceolatus*) (tav. XIII, fig. B). Questo animale interessantissimo ed estremamente importante, che getta una luce sorprendente sulle ultime radici della nostra genealogia, è evidentemente « l'ultimo dei Mohicani », l'ultimo superstite di una ricca classe di vertebrati inferiori, la quale durante l'èra primordiale era molto sviluppata, ma che sfortunatamente, per la mancanza di qualsiasi parte scheletrica dura, non potè lasciare resti fossili. Il piccolo *Amphioxus* vive oggi ancora molto ampiamente sparso in diversi mari, per esempio nel mare del Nord, nel Baltico, nel Mediterraneo, generalmente sepolto nella sabbia sui fondi piatti. Il corpo ha, come dice il nome, la forma di una stretta foglia lanceolata, appuntita alle due estremità. Cresciuto, esso è lungo circa 2 pollici, rossiccio e semi-trasparente. Esternamente l'*Amphioxus* ha così poca rassomiglianza con un vertebrato, che il suo scopritore, Pallas, lo credette una imperfetta limaccia. Esso non ha zampe e nemmeno capo, cranio o cervello. L'estremità anteriore non è esternamente guari da altro distinta che dall'apertura boccale. Ma tuttavia l'*Amphioxus* possiede nella sua interna struttura i più importanti dei caratteri per cui i vertebrati si distinguono da tutti gli invertebrati, sopratutto la corda dorsale ed il midollo spinale. La corda dorsale (*chorda dorsalis*) è un bastoncino cartilagineo, diritto, appuntito alle estremità, il quale forma l'asse centrale dello scheletro interno ed il fondamento della colonna vertebrale. Immediatamente sopra questo bastone assile, sul suo lato dorsale, giace il midollo spinale (*medulla spinalis*), che è pure in origine un cordone diritto, anteriormente e posteriormente acuminato, ma internamente cavo, il quale forma la parte principale ed il centro del sistema nervoso in tutti i vertebrati (tav. XIX, fig. 21-23). In tutti vertebrati senza eccezione, compreso anche l'uomo, queste importantissime parti del corpo si presentano originariamente, nello sviluppo embrionale dell'uovo, nella stessa semplicissima forma in cui essi rimangono per tutta la vita nell'*Amphioxus*. Solo più tardi per rigonfiamento dell'estremità superiore si sviluppa dal midollo spinale il cervello, e dalla corda dorsale il cranio che lo racchiude. Poichè nell'*Amphioxus* questi due importantissimi organi non giungono affatto a svilupparsi, noi possiamo con ragione designare la classe animale da esso rappresentata sotto il nome di acranii (*acrania*) in contrapposizione a tutti gli altri craniati (*craniota*). Per solito gli acranii vengono chiamati animali a cuore tubulare o leptocardi (*leptocardia*), perchè in essi manca ancora un cuore centralizzato ed il sangue viene posto in moto pel corpo dalle contrazioni degli stessi vasi sanguigni tubulari. I craniati che posseggono invece un cuore centralizzato, foggiato a borsa, dovrebbero all'incontro essere detti animali dal cuore a borsa o dal cuore centrale (*pachycardia*).

Evidentemente i craniati o pachicardi devono essersi sviluppati solo poco alla volta nell'èra primordiale da acranii o leptocardi che erano vicini all'*Amphioxus*. Su ciò l'ontogenesi non ci lascia in dubbio. Ma d'onde provengono poi questi stessi acranii? Questa importante domanda non si è avvicinata alla sua soluzione che in questi ultimi tempi. Dalle ricerche, pubblicate nel 1865, del Kovalevsky sullo sviluppo embrionale dell'*Amphioxus* e delle ascidie sedentarie (*ascidiae*) appartenenti al tipo dei tunicati (*tunicata*), è risultato il fatto sorprendente che l'ontogenesi di queste due diversissime forme animali nella prima gioventù mostra una meravigliosa concordanza. Le larve liberamente natanti delle ascidie (tav. XII, fig. A) sviluppano l'indubbio rudimento di un midollo spinale (fig. 5, *g*) e di una corda dorsale (fig. 5, *c*), e ciò affatto nella stessa guisa che nell'*Amphioxus* (tav. XII, fig. B). Per verità questi importantissimi

organi del corpo dei vertebrati non proseguono poi nel loro sviluppo. Piuttosto questi animali subiscono una metamorfosi regressiva, si fissano sul fondo del mare e crescono in informi masse, che all'osservazione esterna lasciano appena supporre che si tratti di un animale (tav. XIII, fig. A). Ma il midollo spinale, rudimento del sistema nervoso centrale, e il bastone assile, primo rudimento di una colonna dorsale, sono così importanti, sono organi così esclusivi dei vertebrati, che noi da essi possiamo dedurre con sicurezza la parentela dei vertebrati coi tunicati. Naturalmente con ciò noi non vogliamo dire che i vertebrati discendano dai tunicati, ma solo che ambi i gruppi sono germogliati da una radice comune, e che i tunicati sono fra tutti gli invertebrati quelli che hanno la più stretta consanguineità coi vertebrati. Manifestamente i veri vertebrati si sono svolti nell'èra primordiale in via progressiva da cordati (*chordonia*) vermiformi, dai quali sono nati in un'altra direzione, regressiva, i degeneri tunicati. Cfr. la più minuta spiegazione delle tav. XII e XIII in appendice, come pure l'estesa descrizione dell'amphioxus e dell'ascidia nelle conferenze XIII e XIV della mia *Antropogenia* (56).

Il grande gruppo dei cordati (*chordonia* o *chordata*), nel quale io ho riunito tutti gli animali provvisti di corda dorsale e di midollo spinale, viene appunto considerato modernamente come un unico gruppo primario di celomari. La sua radice vien considerata come comune e viene ricercata in basso nel tipo degli elminti (cfr. pag. 312); infatti non si può ammettere che una così peculiare e complicata disposizione di struttura si sia prodotta indipendentemente più di una volta. Tutto questo grande gruppo monofiletico però noi lo consideriamo come un doppio tipo, poichè per la notevole divergenza dello sviluppo noi siamo condotti alla convinzione che i tunicati ed invertebrati già molto di buon'ora si siano separati sopra alla radice comune, i primi lentamente regredendo, questi ultimi potentemente progredendo nell'evoluzione tipica.

I caratteri fondamentali comuni in cui tutti i tunicati e vertebrati concordano e pei quali essi si distinguono nettamente da tutti gli altri animali non si limitano per nulla al possesso della corda e del midollo spinale. Vi si aggiungono invece molti altri caratteri non meno importanti. Il più significante di questi è l'intestino branchiale, cioè il trasformarsi dell'intestino anteriore in una gabbia branchiale graticolata, munita di fessure e servente alla respirazione. L'acqua che dapprima serve alla respirazione, entra per l'apertura boccale ed esce di nuovo per le fessure branchiali. Sotto alla parte mediana dell'intestino branchiale sta un canale ciliato molto caratteristico, il « solco ipobranchiale » coll' « endostilo ». Nei tunicati ed acranii esso serve come canale ghiandolare ed organo di senso; nei craniati invece esso dà origine alla ghiandola tiroide, quella ghiandola collocata davanti alla laringe che, ingrossata patologicamente, forma nell'uomo il « gozzo » o struma. Una disposizione somigliante, che è anzi la disposizione originaria dell'intestino branchiale, non si trova che in un solo animale invertebrato, nel *Balanoglossus*. Poichè esso mostra ancora altre traccie di parentela coi cordonii ci è lecito considerarlo come un superstite di un'antichissima classe di elminti, dalla quale derivano pure tutti i cordati. Questa classe è stata acconciamente designata dal Gegenbaur col nome di *enteropneusta* (dell'intestino respiratorio).

La genealogia di tutti questi animali respiranti per l'intestino, tanto degli enteropneusti, come dei cordati, deve risalire ad ogni modo ad un più basso gruppo di elminti; verosimilmente fra tutti gli elminti viventi ancora oggidì i più vicini a quell'estinto gruppo stipite sono i notevoli nemertini (*nemertina*) appartenenti alla classe primaria dei vermi a tromba (*rhynchocoela*) (pag. 312). I più antichi progenitori di

questa classe primaria sono alla loro volta da cercarsi fra i platelminti (*platodes*) come risulta dalla stretta affinità di questi ultimi coi nemertini.

La forma stipite comune di tutti i cordati, la quale era prossima parente del *Balanoglossus* è da gran tempo estinta. Designeremo questo ipotetico gruppo-stipite, che verosimilmente viveva già nel primitivo periodo laurenziano o cambriano, col nome di *prochordata* o *prochordonia*. Da esso nacquero, come rami divergenti, da un lato i più antichi tunicati (*copelata*), dall'altro i più antichi vertebrati (*provertebrata*). Erano comuni a tutti questi antichissimi cordati i seguenti caratteri: 1° una semplice corda dorsale nell'asse longitudinale del corpo allungato e bilateralmente simmetrico; 2° un midollo dorsale o tubo midollare collocato dorsalmente sopra la corda; 3° un tubo digerente con bocca ed ano collocato al disotto della corda, ventralmente; 4° fessure branchiali nell'intestino anteriore; 5° un solco branchiale ventrale (o solco ipobranchiale) nella linea mediana dell'intestino branchiale; 6° un paio di tasche celomiche ai due lati dell'intestino medio; 7° nefridii (o reni tubulari) pari, che sboccavano internamente nella cavità celomica ed esteriormente attraverso la parete del corpo; 8° un semplice cuore ventrale collocato dietro alle fessure branchiali al lato ventrale dell'intestino anteriore (tav. XIX, figg. 19-23). Questi caratteri comuni di tutti i procordati vennero per la massima parte trasmessi ereditariamente ai due divergenti rami dei tunicati e vertebrati, mentre per la minor parte in ognuno dei due rami vennero in particolar modo modificati, parte progressivamente, parte per regresso. Nei tunicati venne così l'intestino branchiale sviluppato a dismisura, mentre il tubo nerveo dorsale regredì; inoltre si sviluppò uno speciale mantello od invoglio esterno. Viceversa nei vertebrati il midollo spinale e la metameria della musculatura raggiunsero un più elevato sviluppo, regredì invece l'intestino branchiale, ed inoltre dall'invoglio della corda si sviluppò un particolare endoscheletro.

Il tipo dei tunicati (*tunicata*) veniva dapprima collocato ora fra i molluschi, ora fra gli elminti. Presentemente esso vien considerato con ragione come un importante gruppo primario indipendente di celomati e rannodato ai vertebrati. Tutti i tunicati vivono in mare, dove gli uni aderiscono al fondo, gli altri vanno nuotando liberamente. In tutti il corpo è inarticolato, ha l'aspetto di un semplice sacco a botte, che è strettamente ravvolto da un mantello spesso, soventi cartilagineo. Questo mantello (*tunica*) risulta dallo stesso composto non azotato del carbonio, che nel regno vegetale ha una parte così importante (*cellulosa*) e forma la maggior parte delle membrane cellulari vegetali e con ciò anche del legno. Anche dal lato istologico questo mantello è molto notevole; esso ha la struttura del tessuto connettivo, sebbene originariamente esso sia secretato dalla superficie dell'epidermide. La parte maggiore della cavità del mantello sacciforme (spesso più dei $^3/_4$) viene occupata dallo sviluppatissimo intestino branchiale. Sotto esso giace il semplice cuore fusiforme, le cui pulsazioni, cosa notevole, mutano costantemente la loro direzione, a determinati intervalli il cuore si contrae alternativamente ora con direzione dallo indietro all'avanti, ora in direzione opposta.

Le diverse e abbastanza divergenti famiglie del tipo dei tunicati si possono distribuire in tre classi: i copelati, le ascidie e le talidie. La prima e più bassa classe è costituita dalle piccole appendicarie (*copelata*); esse hanno l'aspetto ed i movimenti dei girini e vanno nuotando liberamente pel mare per mezzo di una coda remigante, nel cui mezzo giace la permanente corda dorsale (tav. XIX, fig. 19). Nella seconda classe, delle *ascidie*, la coda a remo non si ritrova che nella prima gioventù, nella larva liberamente natante (tav. XII, fig. *A* 5), più tardi le ascidie perdono la coda, si

fissano solidamente e si atrofizzano in modo singolare. Nella terza classe, dei salpacei o delle talidie (*Salpa*, *Doliolum*) la coda remigante è affatto scomparsa, gli animali nuotano introducendo acqua nel loro corpo fatto a botte ed espellendola nuovamente fuori.

Le due classi delle ascidie e delle talidie si sono certo sviluppate divergentemente da un più antico gruppo comune di tunicati estinti, di cui gli odierni copelati (*Appendicaria*, *Oecopleura*) sono l'ultimo residuo. Poichè questi ultimi hanno la più stretta affinità coi provertebrati li si può anche riunire con questi nel gruppo-stipite dei *prochordonia*. Anche oggidì l'*amphioxus* ci dà un'immagine abbastanza fedele di questi stessi provertebrati. Tuttavia nel giudicare dell'anatomia comparata di questi antichissimi cordati bisogna tener presente che l'*amphioxus* sotto certi rapporti ha subito notevoli regressioni per adattamento al suo particolare modo di vita. Come tali fenomeni *secondari* di organizzazione inferiore nati per degenerazione sono da ritenersi per esempio la mancanza di cuore ventrale, di reni, di vescicole uditive. Ma sotto il più dei rapporti e pei più importanti, l'inferiorità di struttura dello *amphioxus* è da considerarsi come primaria, come una preziosa immagine dei *provertebrata* la quale è rimasta conservata per eredità sino ai giorni nostri.

Dagli acranii si è sviluppata dapprima una seconda classe inferiore di vertebrati, la quale sta ancora molto al disotto dei pesci e che al presente non è più rappresentata che dalle missine (missinoidi) e dalle lamprede (petromizonti). Anche questa classe per la mancanza di ogni parte solida non potè, sventuratamente, più di quella degli acranii, lasciare resti fossili. Però dal complesso della loro organizzazione e della loro ontogenesi risulta chiaramente che essi rappresentano un importante stadio intermedio fra gli acranii ed i pesci e che i pochi membri ancor oggi viventi di essa non sono che gli ultimi superstiti di un gruppo d'animali, che verso la fine dell'età primordiale era probabilmente assai ricco. Per la bocca priva di mascelle, rotonda, adatta al succhiare che hanno le lamprede e le missine, l'intera classe viene per solito chiamata classe dei ciclostomi (*cyclostoma*). La si può anche chiamare classe dei *monorhina* cioè dei vertebrati a narici impari, poichè tutti i ciclostomi posseggono un semplice tubo nasale impari, mentre in tutti gli altri vertebrati (eccetto l'*amphioxus*) il naso risulta da due metà laterali pari, una narice destra ed una sinistra. Noi potremmo perciò riunire questi ultimi (anamnii ed amnioti) sotto la denominazione di *amphirhina* (a narici pari). Gli anfirrini possiedono tutti uno sviluppato scheletro mascellare (mascella superiore ed inferiore), mentre questo manca interamente ai monorrini.

Anche astraendo dalla particolare conformazione del naso e dalla mancanza di mascelle, i monorrini si distinguono ancora dagli anfirrini per molte altre particolarità. Così p. es. manca ad essi interamente l'importante rete nervea simpatica di questi ultimi. Della vescica natatoria e delle due paia di zampe, le quali ordinariamente sono presenti, come primo rudimento, negli anfirrini, non v'ha nei monorrini (come negli acranii) traccia alcuna. Siamo dunque affatto giustificati quando noi separiamo interamente tanto i monorrini come gli acranii dai pesci, ai quali finora essi erano erroneamente riuniti. Del resto nei ciclostomi, come nello *amphioxus*, non tutte le disposizioni imperfette e semplici che si osservano nella struttura del corpo sono da considerarsi come originarie, ereditate dagli antenati cordonii; al contrario una parte di esse non è nata verosimilmente che più tardi, per adattamento alle speciali condizioni di vita di questi infimi vertebrati; è dunque da considerarsi come conseguenza di un regresso.

Dobbiamo le prime conoscenze esatte sui monorrini o ciclostomi al geniale zoologo berlinese Giovanni Müller, il cui classico lavoro sulla *Anatomia comparata dei*

missinoidi forma il fondamento delle nostre vedute moderne sulla struttura di questi vertebrati. Egli distinse nei ciclostomi due diversi gruppi, ai quali noi diamo il valore di sottoclassi: missinoidi e petromizonti.

Formano la prima sottoclasse le missine o pesci mucosi (*hyperotreta* o *myxinoida*). Essi vivono in mare parassiti su altri pesci, nella cui pelle essi si allogano, scavando (*Myxine, Bdellostoma*). Nell'organo uditivo essi possiedono un solo canale circolare e la loro narice impari trafora il palato. Più elevato è lo sviluppo della seconda classe, quella delle lamprede (*hyperoartia* o *petromyzontia*). Ad essa appartengono le notissime lamprede dei nostri fiumi (*Petromyzon fluviatilis*), che voi tutti avrete avuto occasione di conoscere.... ammarinate. In mare esse sono rappresentate dalle molto più grosse lamprede di mare (*Petromyzon marinus*). In questi monorrini la narice non perfora il palato e nell'organo uditivo si trovano due canali circolari. Inoltre essi posseggono una bocca succiante rotonda, con denti cornei, colla quale esse, simili a sanguisughe, succhiano i pesci. Questa vita parassitica dei ciclostomi è manifestamente la causa di molte disposizioni regressive del loro organismo. Tuttavia il più delle differenze che essi presentano dai pesci sono da considerarsi come originarie, ereditate da gruppi-stipiti più antichi, e l'opinione di alcuni zoologi che i ciclostomi e gli acranii siano pesci degenerati non è appoggiata dal minimo fatto nè in anatomia comparata, nè in ontogenesi.

Tutti i vertebrati che vivono ancora presentemente, con eccezione dei ciclostomi e dell'*Amphioxus*, fin qui considerati, appartengono a quel gruppo primario, che noi designiamo col nome di anfirrini (*amphyrhina*, a narici doppie) o gnatostomi (*gnatostoma*, a bocca munita di mascelle). Tutti questi animali posseggono un naso risultante da due metà laterali parte, uno scheletro mascellare, una rete nervea simpatica, e tre canali semi-circolari nell'organo uditivo. Tutti gli anfirrini posseggono inoltre originariamente un diverticolo vescicolare dell'esofago, che nei pesci si è sviluppato in una vescica natatoria e negli altri gnatostomi in polmoni. Finalmente in tutti gli anfirrini sono originariamente poste le basi di due paia d'estremità o di membra, cioè d'un paio di zampe anteriori o pinne pettorali e d'un paio di zampe posteriori o pinne ventrali. È vero che talora d'un paio di estremità (per esempio nelle anguille e nei cetacei) od entrambe le paia (per esempio nelle cecilie e nei serpenti) sono atrofizzate o perdute; ma anche in questi casi si può trovare una traccia della loro primitiva presenza nei primi tempi della vita embrionale, oppure resti inutili di esse persistono come organi rudimentali per tutta la vita (cfr. pagg. 19 e 164, tav. XIX, figg. 21-23).

Da tali importanti indicazioni noi possiamo conchiudere con piena sicurezza, che tutti i gnatostomi discendono da un'unica forma-stipite comune, la quale durante l'èra primordiale si era sviluppata direttamente od indirettamente dai ciclostomi. Questo stipite deve aver posseduto gli organi ora citati, doveva esserci accennata la vescica natatoria e le due paia di zampe o di pinne. Di tutti i gnatostomi ora viventi sono manifestamente le infime forme degli squalacei quelle che hanno la più stretta affinità con quelle ipotetiche ed ignote forme primitive, da gran tempo estinte, che noi possiamo chiamare anfirrini primitivi o proselaci (*proselachii*). Noi dobbiamo dunque considerare il gruppo dei pesci primitivi o *selaci*, sul cui tipo erano costituiti i proselaci, come il gruppo-stipite non solo di tutta la classe dei pesci, ma pur anche di tutta la classe primaria degli anfirrini. Ne dan prova sicura le *Ricerche sull'anatomia comparata dei vertebrati* di Carlo Gegenbaur, che va segnalata per accuratissima osservazione, come per penetrantissima riflessione.

La classe dei pesci (*pisces*) colla quale noi cominciamo dunque la serie dei gnatostomi si distingue dalle altre cinque classi di questa serie sopratutto per ciò che la vescica natatoria non si è mai cambiata in un polmone, ma piuttosto serve solo di apparato idrostatico. D'accordo con ciò noi troviamo la circostanza che il naso nei pesci è formato da due fosse a fondo cieco, collocate anteriormente sul muso, le quali non traforano mai il palato e perciò non sboccano nelle fauci. Invece le due cavità nasali nelle altre sei classi dei mandibolati sono trasformate in vie aeree, che traforano il palato e così conducono aria ai polmoni. I veri pesci (eccettuati i dipnoi) sono perciò i soli anfirrini che respirano esclusivamente per branchie e mai per polmoni. Perciò essi vivono tutti nell'acqua e le loro due paia di estremità hanno conservato la forma primitiva di pinne remiganti. Il loro cuore, diviso in un atrio ed un ventricolo, non contiene che sangue venoso o carbonioso, come nei ciclostomi. Il sangue condotto nel cuore dalle vene del corpo, viene da esso spinto direttamente nelle branchie (*Ichtyocardia*, pag. 361).

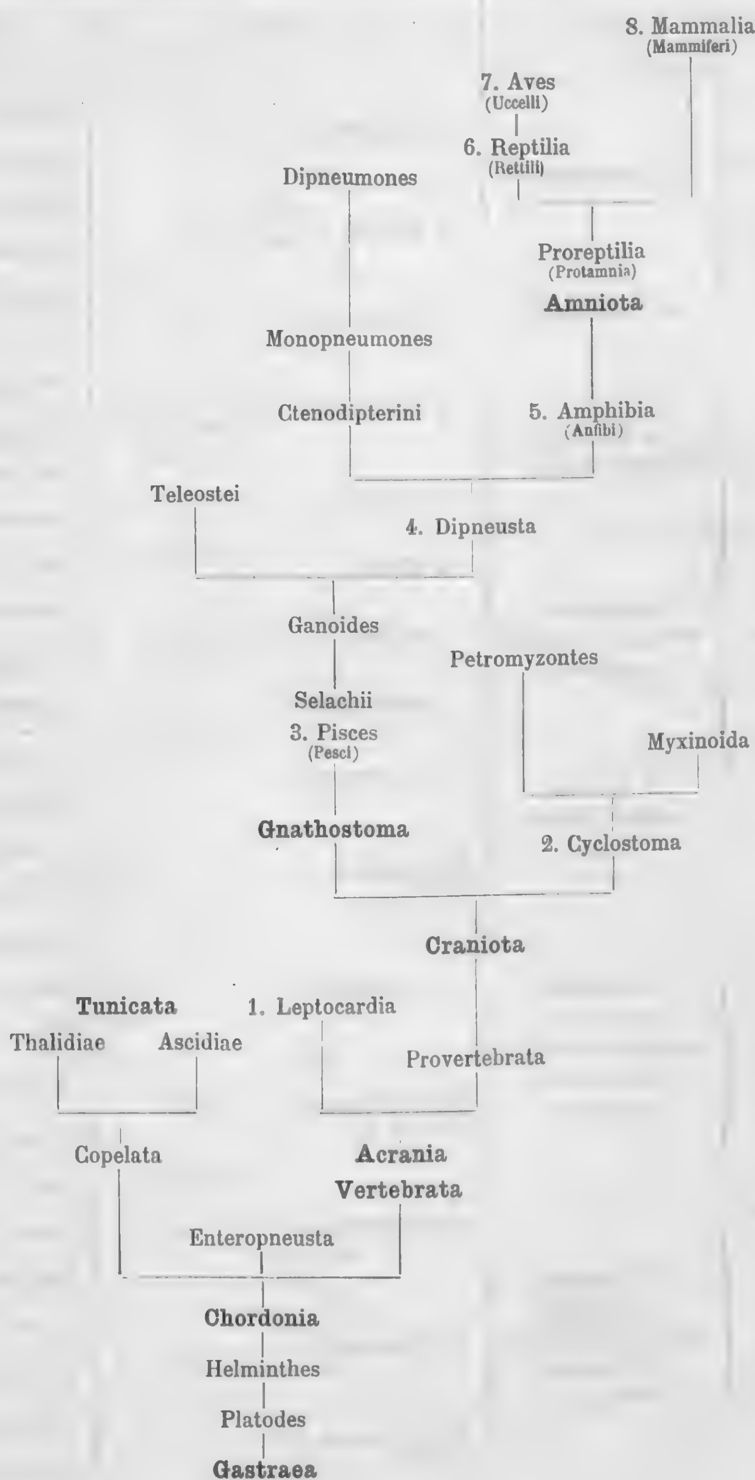
I veri pesci vengono presentemente divisi in tre diverse sotto-classi, nei selaci, ganoidi e teleostoi. I pesci più antichi, che hanno più fedelmente conservato la forma primitiva, sono i pesci primitivi o selaci (*selachia*). Di essi vivono ancora i pesci-cani (*squalacei*) e le razze (*rajacei*), che si riuniscono sotto il nome di plagiostomi, come pure le strane e fantastiche chimere (*holocephali*). Ma questi selaci odierni che si trovano in tutti i mari, non sono che deboli resti del ricco e predominante gruppo animale che formavano i selaci in tempi anteriori della storia della terra e sopratutto durante l'età paleolitica. Sventuratamente tutti i selacei possedono uno scheletro cartilagineo, mai completamente calcificato, il quale poco o nulla si adatta ed essere fossilizzato. Le sole parti dure che si poterono conservare allo stato fossile sono i denti ed i razzi delle pinne. Queste parti però si trovano nelle antiche formazioni così molteplici, grandi e numerose, che noi possiamo indurre con sicurezza il grandissimo sviluppo dei selaci in quelle vetustissime età primitive. Tali resti si trovano già persino negli strati siluriani, che d'altri vertebrati non racchiudono che pochi resti di ganoidi. Dei tre ordini dei selaci sono di gran lunga i più interessanti ed importanti gli squalacei, che verosimilmente fra tutti gli anfirrini viventi sono i più vicini alla forma stipite primitiva dell'intero gruppo, ai proselaci. Da questi proselaci, che erano certo poco diversi dai veri squalacei, si sono probabilmente sviluppati in una direzione i moderni selaci ed olocefali, ed in un'altra i ganoidi, i dipneusti e gli anfibi, i quali tutti si elevarono maggiormente.

I ganoidi (*ganoides*) dal punto di vista anatomico stanno perfettamente in mezzo fra i selaci da un lato ed i pesci ossei dall'altro. In molti caratteri essi concordano con quelli, in molti altri con questi. Da ciò noi tiriamo la conclusione che essi anche genealogicamente fanno il passaggio dai selaci ai teleostei. I ganoidi sono oggidì in gran parte estinti in misura ancor maggiore che i selaci, mentre durante tutta l'epoca paleolitica e mesolitica essi erano sviluppati notevolmente in numero e moltiplicità di forme. Secondo le diverse forme dell'integumento esterno li si divide in tre sezioni: corazzati, a scaglie angolose ed a scaglie tonde. I ganoidi corazzati (*tabuliferi*) sono i più antichi e si rannodano direttamente ai selacei, dai quali essi sono sòrti. Se ne trovano resti fossili, sebbene rari, già nel siluriano superiore (*Pteraspis ludensis* degli strati di Ludlow). Specie gigantesche di essi (lunghe circa 30 piedi) corazzate con poderose tavole ossee si trovano sopratutto nel sistema devoniano. Ora però di questa sezione non vive più che il piccolo ordine degli storioni (*sturiones*), cioè la spatularia (*spatularides*) e gli storioni veri (*accipenserides*); a questi appartiene fra altri il grande

Specchio sistematico delle classi primarie, classi e sottoclassi dei Vertebrati (*Morfologia generale*, tav. VII, pagg. CXVI-CLX).

CLASSI PRIMARIE DEI CRANIOTI	CLASSI DEI CRANIOTI	SOTTOCLASSI DEI CRANIOTI	NOME SISTEMATICO DELLE SOTTOCLASSI
I. Acranii (Acrania) o **Leptocardi** (Leptocardia). Vertebrati senza capo, senza cranio e cervello, senza cuore centralizzato.			
1. ACRANII (Acrania)	I. Leptocardi (Leptocardia)	1. Provertebrati	1. Provertebrata
		2. Amphioxodi	2. Amphioxida
II. Craniati (Craniota) o **Pachicardi** (Pachycardia). Vertebrati con capo, con cranio e cervello, con cuore centralizzato.			
2. MONORRINI (Monorhina)	II. Ciclostomi (Cyclostoma)	3. Missine	3. Hyperotreta (Myxinoida)
		4. Lamprede	4. Hyperoartia (Petromyzontia)
3. ANAMNI (Anamnia)	III. Pesci (Pisces)	5. Selaci	5. Selachii
		6. Ganoidi	6. Ganoides
		7. Pesci ossei	7. Teleostei
	IV. Dipnoi (Dipneusta)	8. Monopneumoni	8. Monopneumones
		9. Dipneumoni	9. Dipneumones
	V. Anfibi (Amphibia)	10. Stegocefali	10. Stegocephala
		11. Gimnofioni	11. Gymnophiona
		12. Urodeli	12. Urodela
		13. Anuri	13. Batrachia
4. AMNIOTI (Amniota)	VI. Rettili (Reptilia)	14. Geosauri	14. Geosauria
		15. Halisauri	15. Halisauria
		16. Chelonii	16. Chelonia
		17. Pterosauri	17. Pterosauria
	VII. Uccelli (Aves)	18. Saururi	18. Saururae
		19. Odontorniti	19. Odontornithes
		20. Ratiti	20. Ratitae
		21. Carinati	21. Carinatae
	VIII. Mammiferi (Mammalia)	22. Monotremi	22. Monotrema
		23. Marsupiali	23. Marsupialia
		24. Placentali	24. Placentalia

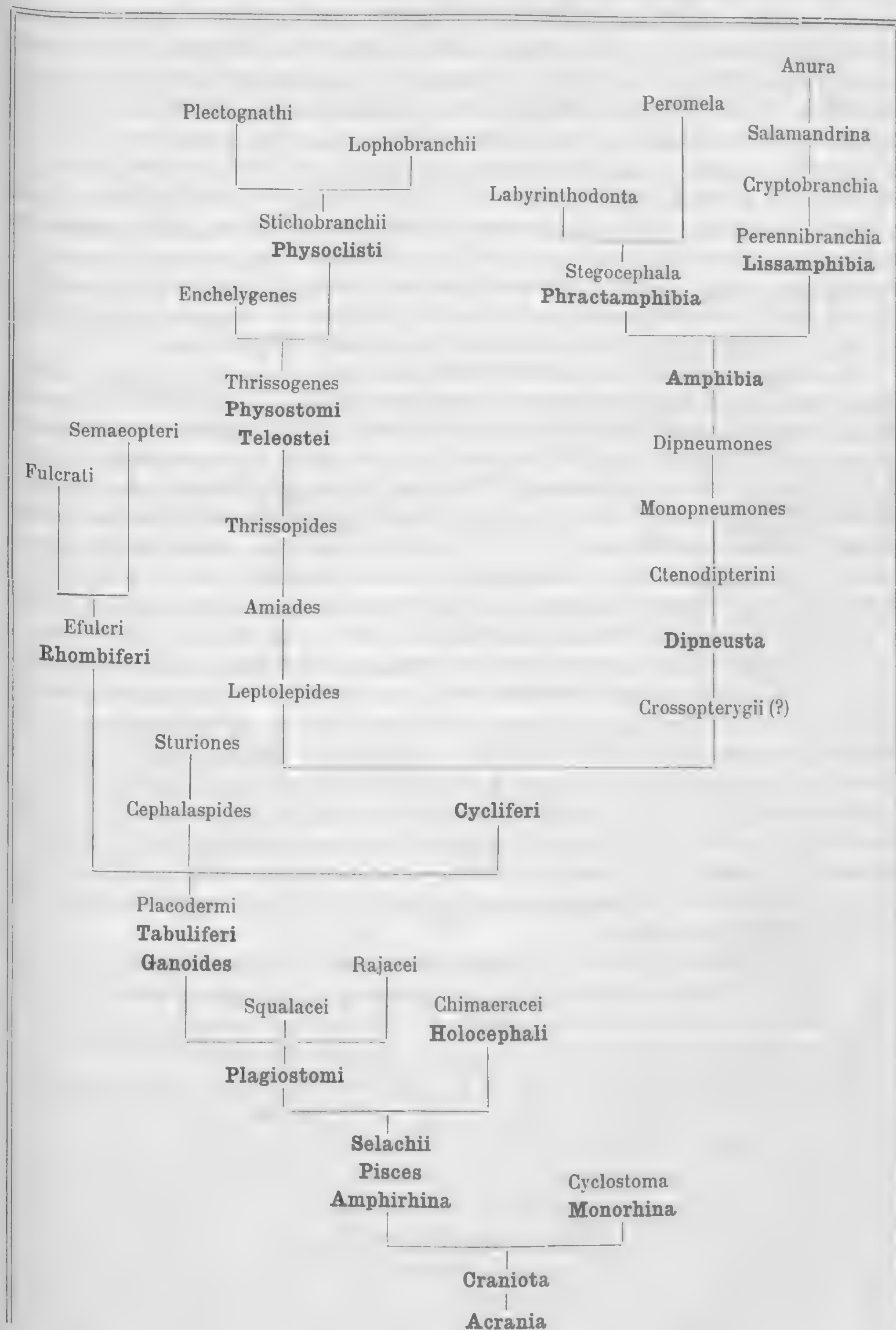
Albero genealogico dei Vertebrati.



Specchio sistematico delle sette legioni e dei quindici ordini della classe dei Pesci.

SOTTOCLASSI	LEGIONI	ORDINI	ESEMPI
A. SELACHII	I. Plagiostomi	1. Squalacei	Spinarolo, Carcaria
		2. Rajacei	Trigoni, Torpedini
	II. Holocephali	3. Chimaeracei	Chimere, Calorrinchi
B. GANOIDES	III. Tabuliferi Ganoidi corazzati	4. Placodermi	Cefalaspidi, Pteraspidi
		5. Sturiones	Spatularia, Storione
	IV. Rhombiferi Ganoidi a squame angolose	6. Efulcri	Rombolepidi
		7. Fulcrati	Paleonisci, Lepidostei
		8. Semaeopteri	Poliptero
	V. Cycliferi Ganoidi a squame tonde	9. Crossopterygii	Oloptichii, Celacantidi
		10. Amiades	Coccolepidi, Leptolepidi
C. TELEOSTEI	VI. Physostomi Pesci ossei con condotto aereo della vescica natatoria	11. Thrissogenes	Aringhe, Salmoni, Carpe
		12. Enchelegenes	Anguille, Gimnoti
	VII. Physoclisti Pesci ossei senza condotto aereo della vescica natatoria	13. Stichobranchii	Barbi, Labri, Merluzzi
		14. Plectognathi	Cofani, Pesci-luna
		15. Lophobranchii	Pesci-ago, Cavallucci di mare

Albero genealogico dei Craniati anamnii.



storione, che ci dà l'ittiocolla, lo sterleto, di cui noi mangiamo le uova in forma di caviar, ecc. Dai ganoidi corazzati si sono verosimilmente svolti come due rami divergenti i ganoidi a scaglie angolose e quelli a scaglie tonde. I ganoidi a scaglie angolose (*rhombiferi*), che per le loro scaglie quadrate o rombiche si possono distinguere a prima vista da tutti gli altri pesci, non sono più rappresentati oggidì che da pochi superstiti, cioè dal poliptero (*Polypterus*) nei fiumi africani (sopratutto nel Nilo) e dal lepidosteo (*Lepidosteus*) dei fiumi americani. Ma durante l'età paleolitica e la prima metà della mesolitica questa legione formava la massa principale dei pesci. Meno ricca di forme era la terza legione, quella dei ganoidi a scaglie tonde (*cycliferi*), i quali vivevano sopratutto nel periodo devoniano e carbonifero. Tuttavia questa legione, di cui oggi non rimane più che l'Amia dei fiumi nord-americani, è molto interessante, inquantochè appartengono ad essa due importanti gruppi di passaggio: da un lato i crossopterygii, che si rannodano ai dispneusti, dall'altra gli *amiades* e *leptolepides*, da cui si è sviluppata la terza sottoclasse di pesci, quella dei pesci ossei.

I pesci ossei (*teleostei*) formano presentemente la gran massa dei pesci. Ad essi appartengono i più fra i pesci marini e tutti i nostri pesci d'acqua dolce ad eccezione dei già ricordati ganoidi. Come è dimostrato chiaramente da numerosi fossili, questa classe non è nata che a metà dell'età mesolitica dei ganoidi e propriamente dai cicliferi. I trissopidi del periodo giurassico (*Thrissops*, *Leptolepis*, *Tharsis*), che sono vicinissimi alle nostre odierne aringhe, come probabilmente i più antichi di tutti i teleostei e nati direttamente dai ganoidi cicliferi vicini alla moderna *Amia*. Nei più antichi teleostei, i fisostomi, la vescica natatoria era ancora come nei ganoidi, collegata per tutta la vita coll'esofago da un condotto aereo permanente (una sorta di trachea). Questo è ancora il caso oggidì nelle aringhe, salmoni, carpe, anguille, ecc. appartenenti a questo gruppo. Durante il periodo cretaceo avvenne però in alcuni fisostomi una saldatura, una chiusura di quel condotto aereo, e così la vescica natatoria venne interamente staccata dall'esofago. Così nacque la seconda legione dei teleostei, quella dei fisoclisti, che non raggiunse il suo proprio sviluppo che durante l'epoca terziaria e presto per moltiplicità di forme oltrepassò di gran lunga i fisostomi. Qui si schierano i più dei pesci marini odierni, come per esempio le estese famiglie dei merluzzi, sfoglie, tonni, labri, ombrine, ecc., infine i plettognati (cofani e diodonti) ed i lofobranchi (cavallucci di mare, ecc.). Invece fra i nostri pesci d'acqua dolce non vi sono che pochi fisoclisti, per esempio il pesce persico e lo spinarello; la gran maggioranza dei pesci d'acqua dolce sono fisostomi.

Fra i veri pesci e gli anfibi sta la rimarchevole classe dei dipnoi (*dipnoi*, *dipneusta* o *protopteri*). Di essi non vivono più oggidì che pochi rappresentanti, cioè la *Lepidosiren paradoxa* del bacino delle Amazoni, ed il *Protopterus annectens*, che si trova in differenti regioni dell'Africa. Un terzo grande dipnoo (*Ceratodus Forsteri*) è stato scoperto nel 1870 in Australia. Durante la stagione asciutta, in estate, questi strani animali si seppelliscono entro un nido di foglie nel fango che va indurendosi ed allora respirano aria per mezzo dei polmoni come gli anfibi. Invece durante la stagione umida, in inverno, essi vivono nei fiumi e paduli e respirano nell'acqua colle branchie come i pesci. Esternamente essi rassomigliano ai comuni pesci e, come questi, sono coperti da scaglie tonde; anche in molte particolarità della loro interna struttura, dello scheletro, delle estremità, ecc. essi rassomigliano più ai pesci che agli anfibi. Invece, per altri caratteri, essi concordano più con questi ultimi, sopratutto pei polmoni, per la struttura del naso e per quella del cuore. Per questa ragione regna fra i zoologi una

Specchio delle otto classi di Vertebrati in relazione alla struttura del cuore e del piede.

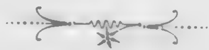
STRUTTURA DEL CUORE	CLASSI	SOTTOCLASSI	STRUTTURA DEL PIEDE
I. LEPTOCARDIA Vertebrati a sangue freddo con cuore semplice od uniloculare, ripieno di sangue carbonico	**1. Acrania** . .	1. Provertebrata . .	**I. VERTEBRATA ADACTYLIA** (Impinnata) Vertebrati senza estremità pari
		2. Cephalocorda . . .	
II. ICHTHYOCARDIA Vertebrati a sangue freddo con cuore biloculare (un atrio ed un ventricolo) Sangue cardiaco carbonico	**2. Cyclostoma** .	1. Procraniota	
		2. Marsipobranchii .	
	3. Pisces . . .	1. Selachii	**II. VERTEBRATA POLIDACTYLIA** (Pinnifera) Originariamente due paia di pinne ognuna con molte dita o raggi
		2. Ganoides	
		3. Teleostei	
	4. Dipneusta .	1. Monopneumones .	
		2. Dipneumones . . .	
III. AMPHICARDIA Vertebrati a sangue freddo con cuore a tre cavità (due atrii ed un ventricolo) Sangue cardiaco misto	**5. Amphibia** . .	1. Phractamphibia .	**III. VERTEBRATA PENTADACTYLIA** (Pentanomia) Originariamente due paia di zampe ognuna triarticolata e con cinque dita ad ogni piede
		2. Lissamphibia . . .	
	6. Reptilia . .	1. Geosauria	
		2. Hydrosauria . . .	
		3. Chelonia	
		4. Pterosauria	
IV. THERMOCARDIA Vertebrati a sangue caldo con cuore doppio a quattro cavità (due atrii e due ventricoli) Cuore sinistro con sangue ossidico, destro con sangue carbonico	**7. Aves**	1. Saururae	
		2. Ornithurae	
	8. Mammalia .	1. Monotrema	
		2. Marsupialia	
		3. Placentalia	

eterna lite per decidere se i dipnoi propriamente siano pesci od anfibi. Di fatto per la completa miscela dei caratteri essi non sono nè l'uno, nè l'altro ed è più giusto considerarli come una speciale classe di vertebrati, che serve di transizione fra quelle due classi. Se, come si fa al solito, si mettono i dipneusti fra i pesci si perdono per la chiara definizione di questa classe i più importanti caratteri, la forma tipica del cuore e la mancanza di polmoni.

Fra i dipneusti ancor oggi viventi, il *Ceratodus* possiede un semplice polmone impari (*monopneumones*), mentre il *Protopterus* ed il *Lepidosiren* hanno due paia di polmoni (*dipneumones*). Anche per altri rispetti il *Ceratodus* mostra traccie di maggiore antichità che non i due altri. Tutti e tre questi generi sono in ogni caso antichissimi, ma gli ultimi resti sopravviventi ad un gruppo un dì ricchissimo di forme. Ben conservate impronte fossili di essi, sopratutto i caratteristici denti dei *Ceratodus*, *Ctenodus*, *Dipterus* e di generi vicini si trovarono recentemente abbondanti nelle formazioni paleozoiche, nel devoniano e nel carbonifero, come anche più tardi. Si riuniscono insieme questi dipneusti fossili nel gruppo dei ctenodipterina (ctenodini e dipterini). Da un lato essi si rannodano immediatamente ai crossopterigi fra i ganoidi, e dall'altro alle chimere od olocefali fra i selaci. Probabilmente essi, come l'ancora vivente *Ceratodus*, erano muniti di un polmone impari, nato dalla vescica natatoria di quegli antichi ganoidi. Solo più tardi, da questi monopneumoni, si saranno svolti i più recenti dipneumoni col dividersi dell'antico polmone semplice in un paio di polmoni. Questi dipneumoni furono poi i progenitori degli anfibi, cangiandosi le loro pinne a molti raggi in piedi a cinque dita atti allo strisciare (cfr. la Confer. seg.).

La più importante modificazione interna che si sia rannodata colla trasformazione della vescica natatoria in polmoni fu la divisione dell'atrio del cuore in due atrii. Mentre il cuore dei pesci non conteneva che sangue venoso o carbonico (*ichthyocardia*), esso oramai ricevette ancora dai polmoni sangue arterioso od ossidico; entrambe queste sorta di sangue si mescolavano nel ventricolo del cuore. Per questo importantissimo progresso nella struttura i dipneusti si allontanano dai loro antenati, i pesci, e formano direttamente il passaggio filogenetico agli anfibi. Anche nei rettili persiste ancora la stessa conformazione del cuore, cosicchè si possono riunire insieme queste tre classi sotto il concetto di *amphicardia*. Solo nelle due più elevate classi di vertebrati, negli uccelli e nei mammiferi, l'intero cuore si divide in due metà separate: la metà destra contiene solo sangue venoso, la sinistra solo arterioso; queste due classi hanno perciò sangue caldo (*thermocardia*, pag. 361).

Il cuore dell'embrione in ognuno di questi vertebrati superiori attraversa ancora oggidì la stessa serie di trasformazioni che il cuore dei loro antenati ha attraversato lentamente nel corso delle lunghe età paleontologiche. Anche il nostro cuore umano si sviluppa nella stessa guisa e fornisce così per parte sua una nuova prova in favore della nostra discendenza da vertebrati e per la legge biogenetica fondamentale.



VENTICINQUESIMA CONFERENZA

Genealogia degli Anfibi ed Amnioti.

Pentadattilia (dita in numero di cinque) nelle quattro classi superiori di vertebrati (anfibi ed amnioti). — Sua importanza pel sistema decimale. — Sua origine dalla pinna polidattila dei pesci. — Divisione dell'estremità pentadattila in tre sezioni principali. — Anfibi. — Anfibi corazzati (stegocefali e peromeli). — Anfibi nudi (urodeli ed anuri). — Classe primaria degli amnioti. — Formazione dell'amnio e dell'allantoide. — Perdita delle branchie. — Protamnio (nel periodo permiano). — Bipartizione della stirpe degli amnioti in due rami (sauropsidi e mammiferi). — Rettili gruppo-stipiti dei tocosauri (sauri primitivi). — Draghi marini (plesiosauri ed ittiosauri). — Saurii, serpenti e coccodrilli. — Testuggini (Chelonii). — Draghi volanti (pterosauri). — Dinosauri. — Origine degli uccelli da sauri a zampe d'uccello (ornitoscelidi). — Gli ordini degli uccelli. — Saururi, odontorniti, ratiti e carinati. — Il sistema degli uccelli del Fürbringer e gli alberi genealogici stereometrici.

Signori!

Il noto fatto che piccole cause producono spesso effetti incomparabilmente grandi, trova anche in tutta la genealogia degli animali la sua conferma. Piccole ed in se stesse insignificanti mutazioni di struttura acquistate da una forma animale per adattamento a certe nuove condizioni di vita possono dare ad essa i massimi vantaggi alla lotta per l'esistenza; ed esse venendo trasmesse per eredità ad una lunga serie di generazioni, possono produrre i più importanti effetti. Molto sovente noi non possiamo vedere il vantaggio pratico di una nuova disposizione di struttura dovuta all'adattamento, ma il fatto che essa si trasmette costantemente in eredità a grandi gruppi di discendenti che tra loro divergono, dimostra sufficientemente la sua grande importanza filogenetica.

Nella genealogia dei vertebrati noi incontriamo un luminoso esempio di ciò nel punto storico a cui noi siamo ora arrivati. I vertebrati inferiori, di cui abbiamo fin qui considerata la filogenesi, vivevano nell'acqua, respiravano per branchie e si movevano per mezzo di pinne; in tutti i pesci le due paia di pinne sono originariamente estremità munite di molte dita, polidattili. Invece i vertebrati superiori, ai quali ora ci volgiamo, vivono per la massima parte sulla terra, respirano aria per mezzo di polmoni e posseggono due paia di estremità, le quali sono fornite di cinque dita, sono pentadattili. Il passaggio dalla vita acquatica dei pesci alla vita terrestre dei vertebrati superiori, già da noi trovato nei dipneusti, provoca già negli anfibi le più importanti modificazioni negli organi della respirazione e della circolazione. Nello stesso tempo però esso determina anche nella struttura delle estremità modificazioni che più tardi raggiungono la massima importanza. Una di queste modificazioni, il ridursi dei numerosi raggi d'ogni pinna a cinque sembra per se stesso insignificante ed indifferente, tuttavia un' importante parte della nostra coltura umana è oggi in dipendenza di questo casuale processo di riduzione.

Il sistema decimale, che determina tutta la nostra cronologia e che recentemente è stato dovunque applicato anche alle monete, alle misure ed ai pesi, deve, come è noto, la sua origine al metodo usato dai selvaggi di contare sulle dieci dita di ambo le mani. Ma questa origine di questo significantissimo numero decimale risale a molti milioni di anni fa, nel periodo carbonifero, fors'anche fino al devoniano. In questi antichissimi tempi paleozoici nacquero i primi vertebrati a cinque dita, i primi anfibi, e questi trasmisero per eredità il numero cinque delle dita ai loro discendenti; il più elevato dei loro epigoni, l'uomo, ha fedelmente conservato questo numero, ed il quale ha trovato nel suo sistema decimale la sua più importante applicazione.

Se gli antichi anfibi-stipiti del periodo carbonifero avessero ereditato dai loro più prossimi progenitori, i polidattili dipneusti, ancora un dito di più ad ogni estremità ed avessero trasmesso ereditariamente ai loro discendenti fino all'uomo non cinque, ma sei dita, essi avrebbero reso all'umanità un servizio incalcolabile. In tal caso noi oggi invece del nostro sistema decimale avremmo il sistema duodecimale infinitamente più pratico, il cui numero fondamentale, dodici, è divisibile per due, tre, quattro, sei, mentre dieci non è divisibile che per due e per cinque. Anche per molte arti, per esempio, pel pianoforte, per molte operazioni tecniche o chirurgiche, sei dita ad ogni mano sarebbero molto più pratiche che cinque. Poco è mancato che noi avessimo oggi a godere di questo grande vantaggio. Alcuni antichissimi anfibi di quello stipite hanno ancora posseduto sei dita, e nell'ordine dei draghi di mare (*halisauria*), fra i rettili questo numero si è conservato ereditariamente. Fors'anche l'accidentale apparizione di sei dita nell'uomo (pag. 97) è da considerarsi come un ritorno atavico a quella antica disposizione. Ma queste sono solo eccezioni isolate; in complesso la pentadattilia o il numero di cinque delle dita deve averci dato certi vantaggi, che noi possiamo vedere, nella lotta per l'esistenza. Infatti già nel periodo carbonifero essa divenne costante negli anfibi, e si fissò per eredità sino ai giorni nostri. Se molti vertebrati superiori hanno meno di cinque dita ad ogni piede, si può constatare che v'ha qua una riduzione del primitivo numero di cinque.

L'origine del piede a cinque dita degli anfibi dalla pinna a molti raggi dei dipneusti è collegata inoltre con una serie di interessantissime modificazioni nella impalcatura ossea delle estremità. Queste hanno tanta importanza per la forma corporea e pel modo di vita delle quattro classi superiori di vertebrati che le si può riunire naturalmente in un gruppo filogenetico primario dei pentanomi o pentadattili. Il suo gruppo-stipite è formato dalla classe degli anfibi, da questo si sono svolti solo più tardi gli amnioti, le tre classi dei rettili, uccelli e mammiferi. Gli anfibi rappresentano le linee più basse ed antiche, gli amnioti invece le più elevate e recenti della stirpe dei pentanomi.

In tutti questi pentanomi, a partire già dai più antichi anfibi, noi troviamo già originariamente quella caratteristica e generale segmentazione delle due paia di estremità, che è posseduta ancora oggidì dal nostro proprio organismo umano e che esso ha ricevuto in eredità da quei suoi antichissimi antenati. Dovunque l'estremità si divide anzitutto in tre sezioni principali: anteriormente il braccio, l'avambraccio e la mano, posteriormente la coscia, la gamba e il piede. Dappertutto lo scheletro della prima parte risulta originariamente da un grande osso a tubo, quello del secondo da due, e quello del terzo da parecchie piccole ossa che sono a loro volta riunite in tre gruppi, il tarso, il metatarso e le cinque dita. Lo scheletro delle estremità della salamandra e della rana ci mostra già la stessa disposizione tipica di quello delle scimmie e

Specchio sistematico delle legioni ed ordini degli Anfibi.

SOTTOCLASSI	LEGIONI	ORDINI	ESEMPI DI GENERI
I. PHRACTAMPHIBIA (Anfibi corazzati) Pelle corazzata o squamata con piastre ossee	**I. Stegocephala** (Anfibi squamati od Archamphibia) Lacertiformi caudati generalmente con estremità deboli	1. Archegosauria (Ganocephali)	Archegosaurus, Eryops
		2. Mastodonsauria (Labirintodonti)	Labyrinthodon, Trematosaurus
		3. Microsauria (Lepospondili)	Branchiosaurus, Ceraterpeton
	II. Peromela (Anfibi anguiformi o psueudophidia) Simili a serpi, apodi ed ecaudati	4. Aistopoda (Procecilie)	Dolichosoma, Ophiderpeton
		5. Gymnophiona (Cecilie)	Epicrium, Siphonops
II. LISSAMPHIBIA (Anfibi nudi) Pelle nuda e liscia senza piastre ossee	**III. Urodela** (Anfibi caudati o Caudata) Simili a salamandre con lunga coda ed estremità deboli	6. Perennibranchia (Salamandre pisciformi)	Proteus, Siren
		7. Cryptobranchia (Derotremi)	Menopoma, Amphiuma
		8. Caducibranchia (Salamandrini)	Triton, Salamandra
	IV. Anura (Anfibi batracoidi o Batraci a coda caudata) Simili a rane senza coda, con forti estremità (da giovani con larve caudate o girini)	9. Aglossa (Rospi senza lingua)	Pipa, Dactylethra
		10. Bufonacea (Rospi)	Bufo, Phryniscus
		11. Callulacea (Rospi arborei)	Callula, Hylaplesia
		12. Ranacea (Rane)	Rana, Bombinator
		13. Hylacea (Raganelle)	Hyla, Hylodes

dell'uomo. Come questa estremità pentadattila dei pentanomi sia nata in origine per differenziamento dalla pinna polidattila o a molte dita dei dipneusti lo ha mostrato Carlo Gegenbaur in una serie di segnalati lavori.

I più antichi anfibi che, per essere i primi antenati pentadattili della nostra stirpe, attirano in modo affatto speciale il nostro interesse, sono gli anfibi corazzati del periodo carbonifero, gli stegocefali. Numerose impronte, in gran parte benissimo conservate, ne sono state trovate recentemente nel sistema carbonifero e permiano, come nel trias. Del rimarchevole *Branchiosaurus amblystomus* il Credner trovò nel suolo di Plauen presso Dresda (incluso nel calcare permiano inferiore) oltre a mille esemplari in gran parte conservati a perfezione, cosicchè egli potè stabilire in modo molto completo l'anatomia e l'ontogenesi di questo anfibio corazzato. Più ancora di questi microsauri sono vicini alla forma-stipite comune degli anfibi gli antichissimi ganocefali (*ganocephala*), dei quali l'*Archegosaurus* del carbonifero di Saarbrücken è sopratutto noto da molto tempo. Nella caratteristica conformazione dei denti e delle piastre ossee che coprono il loro corpo simile a salamandra, questi anfibi corazzati si rannodano direttamente ai fossili dipneusti (*ctenodina*) e ganoidi (*crossopterygia*) che sono i loro probabili antenati. D'altra parte si svolsero più tardi da essi i giganteschi labirintodonti (*labyrinthodonta*), rappresentati già nel sistema permiano collo *Zygosaurus*, ma sopratutto poi nel trias col *Mastodonsaurus*, *Trematosaurus*, *Capitosaurus*, ecc. Questi terribili carnivori sembrano per la forma del corpo aver tenuto il mezzo fra i coccodrilli, le salamandre e le rane; per la loro interna struttura erano però più affini a queste due ultime forme, mentre per la solita corazza di forti tavole ossee essi rassomigliavano ai primi. Già verso la fine dell'epoca triasica queste gigantesche salamandre corazzate sembrano essersi estinte. Di tutte le età posteriori noi non conosciamo alcuna forma che possa con sicurezza essere ascritta agli stegocefali.

Mentre le più fra le salamandre corazzate paleozoiche possedevano due paia di zampe a cinque dita ed una coda più o meno sviluppata, queste parti in alcune forme di questo gruppo subirono più tardi un regresso. I notevoli aistopodi (*Dolichosoma*, *Ophiderpeton*) prendono aspetto anguiforme ed appartengono forse agli antenati delle cecilie (*gymnophiona*), che vivono ancora oggidì. Sono queste anfibi vermiformi senza capo nè membra, che vivono come lombrici nella terra sotto ai tropici. La loro pelle annulata racchiude piccole squame ossee da pesce, l'ultimo resto della solida corazza ossea da cui erano protetti i più degli stegocefali, e si può contrapporre a questi ultimi sotto il nome di peromeli. I due ordini formano insieme la sottoclasse degli anfibi corazzati (*phractamphibia*).

Tutti gli altri anfibi che ci sono noti appartengono alla seconda sottoclasse, quella degli anfibi nudi (*lissamphibia*). Questi nacquero verosimilmente già durante l'epoca paleozoica, sebbene resti fossili ce ne siano noti solo dal cretaceo e terziario. Essi si distinguono dagli anfibi corazzati per la loro pelle liscia, nuda, lubrica, senza corazza di squame. I lissanfibi si sono svolti da un ramo di fractanfibi per regressione e perdita della corazza ossea della pelle. Per solito gli anfibi nudi vengono divisi in due ordini: caudati (*urodela*) ed ecaudati (*anura*). Gli anfibi caudati (*urodela*) si dividono di nuovo in due gruppi, i quali anche oggidì nel loro sviluppo individuale riproducono chiaramente lo sviluppo storico della intera sottoclasse. Le più antiche forme sono gli anfibi branchiati (*perennibranchia*), che rimangono per tutta la vita nella primitiva forma degli anfibi nudi e conservano una lunga coda e delle branchie per la respirazione acquatica. Essi sono i più vicini agli stegocefali e dipneusti, dai quali si distinguono

però già esternamente per la mancanza del rivestimento di squame. Il più dei perennibranchi vivono nel Nord-America, fra gli altri il *Siren* ed il già menzionato *Axolotl* (*Siredon*, confrontare sopra, pag. 133). In Europa quest'ordine è rappresentato da una sola forma, dal celebre proteo (*Proteus anguinus*), che vive nella caverna di Adelsberg ed in altre grotte della Carniola, e che per il soggiorno nell'oscurità ha finito per non avere che occhi rudimentali che non possono più vedere (vedi sopra, pagg. 19 e 164). Dai perennibranchi si è svolto, per la perdita delle branchie esterne, l'ordine dei derotremi (*cryptobranchia*). Ad esso appartiene il più grande di tutti gli anfibi viventi, la salamandra gigantesca del Giappone (*Cryptobranchus*, lungo oltre un metro). Da questi son poi nati i salamandrini, cui appartengono la nostra salamandra nera a macchie gialle (*Salamandra maculosa*) e la nostra salamandra acquatica (*Triton*). Queste ultime perdono interamente le branchie, che le loro larve possiedono in gioventù. Ma talora i tritoni conservano anche le branchie e rimangono perciò al livello dei perennibranchi, e ciò quando li si obbliga a vivere costantemente nell'acqua (confronta sopra, pag. 133). Gli anfibi del terzo ordine, gli anuri o batraci (*anura* o *batrachia*) perdono nella metamorfosi non solo le branchie, per le quali essi nella prima gioventù (allo stato di « girini ») respirano nell'acqua, ma perdono ancora la coda, colla quale andavano nuotando. Essi percorrono dunque durante la loro ontogenesi il corso evolutivo dell'intera sottoclasse, essendo essi dapprima perennibranchi, poi derotremi, più tardi salamandrini ed infine batraci. Ne risulta chiaramente che gli anuri non si sono svolti che tardi dagli urodeli, come questi stessi si sono svolti dagli anfibi branchiati. La mirabile trasformazione dei noti girini in rane, che noi possiamo ogni primavera osservare direttamente nello spazio di poche settimane, riproduce così secondo la legge biogenetica fondamentale un processo storico che è uno dei più importanti della storia genealogica dei vertebrati.

Passando ora dagli anfibi alla più prossima classe di vertebrati, ai rettili, noi osserviamo un notevolissimo perfezionamento della struttura gradatamente progressiva dei vertebrati. Tutti gli anfirrini finora, i pesci, dipneusti ed anfibi, concordano fra loro in una quantità di caratteri importanti, pei quali essi si distinguono molto spiccatamente dalle tre classi di vertebrati che ancora rimangono, i rettili, uccelli e mammiferi. In questi ultimi durante lo sviluppo embrionale si forma attorno all'embrione una speciale membrana sottilissima, che parte dal suo ombelico, cioè l'amnio, la quale forma una vescica riempita dal liquido amniotico, che racchiude l'embrione o germe. Per questa struttura molto importante e caratteristica noi possiamo riunire le tre classi superiori di vertebrati sotto il nome di amnioti (*amniota*). Invece alle tre classi di anfirrini prima considerate manca completamente l'amnio, come a tutti i vertebrati inferiori (monorrini ed acranii); noi possiamo dunque contrapporre ai primi questi ittioti sotto il nome di anamnia.

La formazione dell'amnio, per la quale i rettili, uccelli e mammiferi si distinguono da tutti gli altri vertebrati è evidentemente un notevolissimo processo ontogenetico, e per conseguenza anche filogenetico, dei vertebrati. Essa coincide con una serie di altri processi che determinarono essenzialmente la superiorità degli amnioti. A questi processi appartiene anzitutto l'intera perdita delle branchie, per cui già anticamente si erano contrapposti gli amnioti come abranchi (*ebranchiata*) ai rimanenti vertebrati, cioè ai branchiati (*branchiata*). In tutti i vertebrati finora considerati si trovavano branchie respiranti o per tutta la vita od almeno, come nelle rane e salamandre, nella prima gioventù. Invece nei rettili, uccelli e mammiferi in niuna epoca della vita si

trovano più delle branchie veramente respiranti; gli archi branchiali che anche qui si sono conservati per eredità, si trasformano nel corso dell'ontogenesi in strutture affatto differenti, in parti dello apparato mandibolare e dell'organo uditivo (confrontare sopra, pag. 177). Tutti gli amnioti possiedono nell'organo uditivo una così detta « chiocciola » ed una corrispondente « finestra rotonda », le quali mancano agli anamnii. In questi ultimi il cranio dell'embrione sta direttamente sul prolungamento della colonna vertebrale. Negli amnioti invece la base del cranio appare ripiegata verso il ventre, cosicchè il capo si curva verso il torace (tav. III, fig. *C*, *D*, *G*, *H*). Inoltre solo negli amnioti si sviluppano nell'occhio degli organi lacrimali. Finalmente tutti gli amnioti posseggono un allantoide, un organo destinato alla nutrizione dell'embrione e che si è sviluppato dalla vescica urinaria degli anfibi.

Quando ebbe luogo nel corso della storia organica della terra questo importante processo? Quando mai da un ramo degli anamni (e in ogni caso da un ramo degli anfibi) si sviluppò lo stipite comune di tutti gli amnioti?

A questa domanda certi fossili vertebrati ci dànno una risposta per verità non affatto determinata, ma almeno approssimativa. I più antichi resti fossili di vertebrati che noi possiamo ascrivere con sicurezza agli amnioti sono scheletri di alcuni rettili del sistema permiano (*Proterosaurus*, *Parasaurus*, *Sphenosaurus* ed alcuni altri). Questi rettili sembrano appartenere ai più antichi amnioti ed essere molto vicini alle nostre comuni lucertole. Tutti gli altri resti fossili di amnioti che noi conosciamo finora appartengono all'età secondaria, terziaria e quaternaria. Per vero di quelle antichissime lucertole permiane noi conosciamo solo lo scheletro. Ora poichè noi non sappiamo nulla dei caratteri decisivi delle parti molli, è ben possibile che quegli animali fossero ancora anamnii, i quali stavano più vicino agli anfibi che ai rettili e che forse anche appartenevano alle forme intermedie tra queste due classi. D'altra parte già altri si trovano indubitabili fossili di amnioti, appartenenti anzi a gruppi molto differenti. Probabilmente dunque il grande sviluppo filogenetico e l'espansione della classe primaria degli amnioti ebbe luogo dapprima nel trias al principio dell'età mesolitica, mentre le più antiche forme-stipiti di essa vivevano già nel periodo permiano, forse anche già nel carbonifero. Come abbiamo già visto antecedentemente, quell'epoca è forse uno dei più importanti punti di rivolgimento della storia organica della terra. Al posto delle foreste paleolitiche di felci apparvero allora le foreste di conifere del trias. In molte sezioni di animali invertebrati avvennero importanti mutamenti: dai crinoidi tabulati (palacrinidi) si svilupparono i crinoidi articolati (neocrinidi). I metechinidi, cioè i ricci con venti serie di piastre sottentrarono ai paleolitici palechinidi, ai ricci con più di venti serie di piastre. I cistoidi, blastoidi, trilobiti ed altri caratteristici gruppi di invertebrati dell'età primaria si erano estinti poco prima. Niuna meraviglia se le condizioni modificatrici dell'adattamento al principio dell'età triasica abbiano agito potentemente anche sulla stirpe dei vertebrati, producendo un ricco svilupparsi di forme negli amnioti.

Altri zoologi, come l'Huxley, sono invece d'avviso che uno svariato sviluppo della classe dei rettili abbia avuto luogo già nel periodo permiano e che anzi la loro prima origine sia da collocarsi in un'epoca ancora più antica. Di fatto molte ragioni parlano in favore di questa opinione. Tuttavia i pretesi resti di rettili che si aveva dapprima creduto aver trovati nel sistema carbonifero e persino nel devoniano, risultarono poi più tardi non appartenere a rettili od essere di età molto più recente (generalmente del trias); così è per esempio del triasico *Telerpeton elginense*.

L'ipotetica forma-stipite comune di tutti gli amnioti, che noi possiamo chiamare *protamnion* o *prorettile* e che forse era strettamente affine al fossile *Proterosaurus*, probabilmente pel complesso della sua forma esterna e dell'interna struttura stava in mezzo fra le salamandre e le lucertole. Il suo corpo allungato aveva un collo breve, una lunga coda e quattro brevi zampe a cinque dita. La pelle era squamata o coperta di piccole piastrine ossee come negli antichi stegocefali (*microsauria*) suoi antenati. La loro discendenza si divise già di buon'ora in due diverse linee, di cui una comprendeva lo stipite comune dei sauropsidi (rettili ed uccelli) e l'altra quello dei mammiferi.

I rettili (*reptilia* o *pholidota*, detti anche *sauria* nel più ampio senso della parola) sono delle tre classi degli amnioti quelli che rimasero al più basso livello e che si allontanarono meno dagli anfibi loro progenitori. Perciò essi erano dapprima universalmente riuniti a questi, sebbene per tutta la loro organizzazione essi siano molto più affini agli uccelli che agli anfibi. Presentemente non vivono più che quattro ordini di rettili, cioè le lucertole, i serpenti, i coccodrilli e le testuggini. Essi però non sono più che un debole resto della schiera straordinariamente multiforme di rettili d'elevata struttura che viveva durante l'età secondaria o mesolitica e che allora predominava su tutte le altre classi di vertebrati. L'eccezionale sviluppo dei rettili durante l'età secondaria è così caratteristico, che da essi tanto bene come dalle gimnosperme essa può trarre il suo nome (pag. 217). Delle 40 famiglie enumerate nella tabella seguente appartengono 22 e dei nove ordini appartengono cinque esclusivamente all'età secondaria. Questi gruppi mesolitici sono designati da una †. Colla sola eccezione degli ofidi, che appaiono solo nel terziario, tutti gli altri ordini si trovano già fossili nel giurassico o nel trias, i più antichi, i tocosauri, già nel sistema permiano.

Le grandiose scoperte paleontologiche dei due ultimi decenni, sopratutto quelle dei due infaticabili paleontologi nord-americani Cope e Marsh, ci hanno fatto conoscere una fauna meravigliosamente svariata di rettili mesolitici. In gran parte essi appaiono come famiglie ed ordini indipendenti e peculiarmente sviluppate della stirpe dei rettili (« tipi specializzati »), per altra parte come interessantissimi anelli filogenetici che in parte rannodano direttamente questa classe così multiforme ai *fractanfibi*, e in parte spiegano la loro parentela cogli uccelli e coi mammiferi, cioè colle due più elevate classi di vertebrati nate da diversi rami di rettili. Molti di questi rettili estinti dell'età secondaria avevano le forme più fantastiche e superavano in stranezza gli esseri più favolosi di cui la fantasia di un Höllen Breughel, o ai nostri tempi di un Arnold Boecklin, ha popolato il mondo sotterraneo. Fra essi si trovavano i più grandi animali terragnoli di tutti i tempi; molti di questi dragoni avevano oltre 50 piedi, alcuni oltre 100 piedi di lunghezza. I maggiori (dinosauri) erano erbivori dal piccolissimo cervello e devono essere stati stupidissimi colossi. Essi erano protetti da una potente armatura di squame, molti anche da aculei e speroni, contro gli attacchi dei giganteschi carnivori che erano armati di terribile dentatura.

Per ora non è possibile farci una chiara idea dei complicati rapporti di parentela di questa meravigliosa fauna erpetologica; tanto più che ogni anno ancora il loro numero viene notevolmente accresciuto da nuove sorprendenti scoperte. Inoltre ancora oggidì le vedute anche dei migliori conoscitori sui loro vicendevoli rapporti filogenetici sono molto discrepanti. Se si volesse riunire in poche grandi divisioni primarie i nove gruppi superiori che sono enumerati a pag. 372 e che sono ordinati ipoteticamente nell'albero genealogico provvisorio (pag. 373), si potrebbero distinguere le seguenti quattro sottoclassi di rettili: 1° *geosauria*, rettili terrestri (tocosauri, lucertole, ofidi,

teriosauri e dinosauri); 2° *hydrosauria*, rettili marini (halisauri e coccodrilli); 3° *chelonia*, testuggini, e 4° *pterosauria*, rettili volanti.

Il primo ordine dei rettili, quello dei *tocosauria* o rettili primitivi, comprende le forme più antiche e basse tanto dei rettili come in generale degli amnioti. La prima famiglia è formata dagli ipotetici *protamniota* od amnioti primitivi che noi, per le ragioni sovra esposte, dobbiamo considerare come le forme-stipiti comuni di tutti gli amnioti. Fra essi si trovavano le rimarchevoli forme di passaggio da certi anfibi salamandriformi (stegocefali) a quegli antichissimi rettili lacertiformi che primi acquistarono un amnio ed un allantoide. Questi protamnioti esistettero, al più tardi, nel periodo permiano, fors'anche già nel precedente periodo carbonifero. Essi formano la radice comune cui devono ricondursi da un lato le più antiche forme-stipiti dei mammiferi (*promammalia*), dall'altro quelle degli uccelli e dei veri rettili (*proreptilia*). Si possono annoverare fra questi ultimi i notevoli ornitoscelidi od avisauri, che vennero trovati nel Keuper presso a Stuttgard (*Aëtosaurus ferratus*). Quest'ultimo riunisce in sè i caratteri dei più diversi ordini di rettili ed in pari tempo degli uccelli. Erano verosimilmente molto affini ai prorettili i proteresauri o sauri primitivi, i più antichi rettili fossili che noi ora conosciamo, e che si trovano pietrificati già nel sistema permiano (*Proterosaurus*, *Parasaurus*, *Sphenosaurus*, ecc.). La più antica impronta conosciuta di questi importanti *proterosauria*, che erano molto simili alle nostre comuni lucertole e sopratutto ai monitori, è il turingico *Proterosaurus Speneri*, che fu scoperto fin dal 1710 nei scisti cupriferi di Eisenach e descritto dapprima dal medico berlinese Spener.

Dai tocosauri, che hanno speciale importanza come gruppo-stipite comune di tutti gli amnioti, si sono verosimilmente sviluppati già durante il periodo permiano molti gruppi divergenti di rettili, i quali poi nel susseguente periodo triasico acquistarono maggiore svolgimento e fiorirono pienamente nel giurassico. Sui loro legami di parentela allo stato attuale delle nostre conoscenze si può fare all'incirca quell'ipotesi provvisoria, di cui l'albero genealogico a pag. 373 è la più semplice espressione. Come l'ordine più conservativo e meno modificato è certo da considerarsi quello delle vere lucertole (*autosauria* o *lacertilia*). Da un ramo di esse si svilupparono più tardi i serpenti (*ophidia*). Altri rami della stirpe dei rettili che si svolsero direttamente od indirettamente dai tocosauri sono i coccodrilli e le testuggini. Due diversi gruppi di rettili appresero a volare e divennero animali aerei, cioè da un lato i sauri volanti (*pterosauria*), dall'altro gli uccelli; questi ultimi discendono dagli ornitoscelidi, che sono un ramo dei dinosauri. Da un tutt'altro gruppo, quello dei teriosauri, uscirono le formestipiti dei mammiferi. Abbiamo infine un gruppo affatto speciale, i draghi marini (*halisauria*), di cui d'altronde è ancor dubbio se appartengano realmente ai rettili.

I vertebrati che noi riuniamo sotto il nome di draghi marini (*halisauria* od *enaliosauria*) sono già da gran tempo estinti (già dal periodo cretaceo). Questi spaventevoli predatori popolavano in gran numero il mare mesolitico con forme stranissime e lunghe talora 30-40 piedi. Numerosissime e molto ben conservate pietrificazioni ed impronte tanto di interi halisauri, quanto di singole parti di essi ci hanno fatto conoscere la loro struttura. Per solito essi vengono ora posti fra i rettili; mentre alcuni anatomici assegnano loro un posto molto inferiore in immediata connessione coi pesci; le recenti ricerche del Gegenbaur, le quali mettono in giusta luce il carattere decisivo della forma delle estremità sembrano invero condurre al sorprendente risultato che i draghi marini formano un gruppo isolato ed abbastanza lontano tanto dai rettili ed anfibi, quanto dai veri pesci. La conformazione scheletrica delle loro quattro zampe, che sono foggiate a

brevi e larghe pinne (come nei pesci e nei cetacei) sembra dimostrare che gli halisauri si sono staccati prima degli anfibi dal tronco dei vertebrati. Infatti gli anfibi, come le tre classi di vertebrati superiori, discendono tutti da una forma comune, che ad ogni estremità non possedeva che cinque dita. Gli halisauri invece hanno (o bene sviluppate od almeno accennate nello scheletro del piede) più di cinque dita come i pesci primitivi. Frattanto questo maggior numero di dita può forse anche essere nato secondariamente per atavismo dal tipo pentadattile. Indubbiamente gli halisauri respiravano l'aria con polmoni come i delfini a cui somigliavano ed i dipneusti, sebbene essi nuotassero costantemente in mare. Essi non si sono svolti più oltre in vertebrati superiori e formano una linea laterale estinta.

Gli halisauri meglio noti si distribuiscono in quattro famiglie, che si allontanano abbastanza notevolmente le une dalle altre: i simosauri, i plesiosauri, gli ittiosauri ed i sauranodonti. I *simosauria* (o draghi primitivi) sono i più antichi halisauri e vissero solo nel periodo triasico. Specialmente abbondanti si trovano i loro scheletri nel calcare conchilifero in cui sono rappresentati da molti generi differenti. Essi sembrano in complesso essere stati molto simili ai plesiosauri e perciò vengono anche riuniti con questi in un solo ordine (*sauropterygia*). I *plesiosauria* (o draghi-serpenti) vivevano insieme cogli ittiosauri nel periodo giurese e nel cretaceo. Essi si distinguevano per un collo straordinariamente lungo ed esile, che spesso era più lungo di tutto il corpo e che portava un piccolo capo con breve muso. Se essi avessero portato il capo eretto ed incurvato sarebbero rassomigliati a dei cigni, ma invece di ali e zampe essi avevano due paia di brevi e piatte pinne ovali.

Tutt'altra era la forma degli ittiosauri (*ichtyosauria* o sauri pisciformi) che potrebbero ben anche essere opposti come *ichthyopterigia* (o sauri dalle pinne di pesce) alle due precedenti famiglie. Essi possedevano un allungatissimo rostro da pesce ed un pesante capo con muso piatto allungato ed invece un cortissimo collo. Esternamente essi devono essere stati similissimi a certi delfini. La coda in essi è molto lunga, nei precedenti invece brevissima. Inoltre le due paia di pinne sono più larghe, e mostrano una struttura essenzialmente diversa. I veri ittiosauri hanno terribili denti nelle mascelle; questi nei sauranodonti (*sauranodontia* o sauri rostrati) nord-americani sono andati perduti. Forse gli ittiosauri ed i plesiosauri si sono sviluppati come due rami divergenti dai simosauri. Fors'anche però i simosauri non hanno dato origine che ai plesiosauri, mentre gli ittiosauri si sono diramati più sotto dal tronco comune. I sauranodonti derivano da ittiosauri.

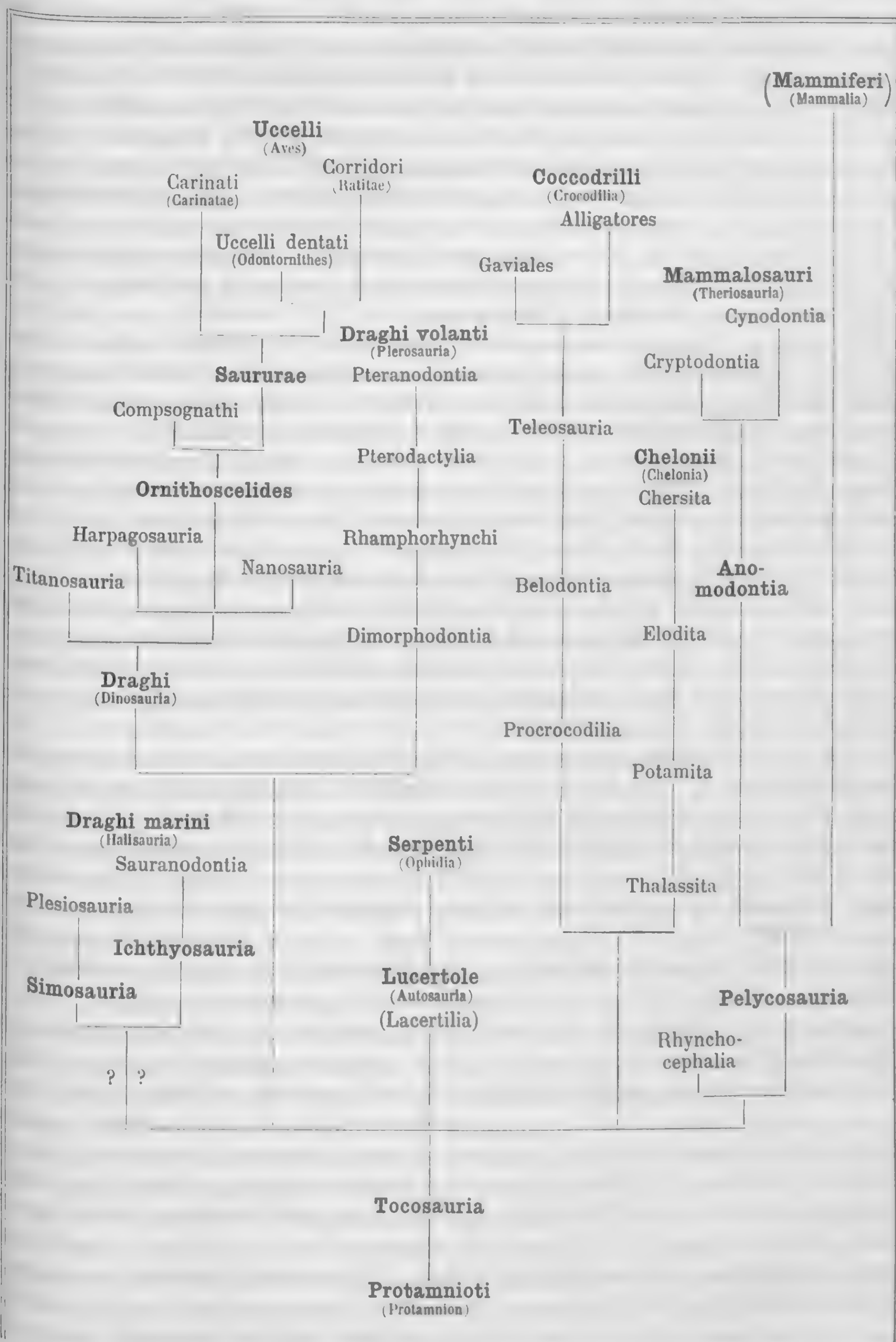
Fra i quattro ordini di rettili che vivono ancora presentemente e che già dal principio dell'epoca terziaria rappresentano soli la classe, le lucertole (*autosauria* o *lacertilia*) son quelle che certo si rannodano più strettamente agli estinti rettili primitivi, specialmente per via dei già ricordati monitori. Come ramo dell'ordine dei lacertilii si è svolta la sezione dei serpenti (*ophidia*) e ciò per regressione delle quattro zampe e per rallentamento dei legami dell'impalcatura mandibolare. I boa posseggono ancora oggidì dei residui delle zampe posteriori atrofizzate. L'origine dei serpenti cade probabilmente solo nel principio dell'epoca terziaria. Almeno finora si conoscono ofidi fossili solo degli strati terziari. Molto più presto sono sòrti i coccodrilli (*crocodilia*), di cui i più antichi, i tecodonti o belodonti, già nel triasico e i teleosauri si trovano pietrificati in grande quantità già nel giurassico; invece i gaviali ed alligatori che soli vivono ora non appaiono fossili che negli strati cretacei e terziari. I coccodrilli per mezzo delle loro forme più antiche si rannodano direttamente ad un ramo dei fossili tocosauri; la loro filogenesi si può seguire chiaramente passo per passo.

Specchio sistematico degli ordini e delle famiglie dei Rettili.

ORDINI	FAMIGLIE DEI RETTILI	ESEMPI DI GENERI
I. RETTILI PRIMITIVI (Tocosauria ÷)	1. Protamnioti (Protamniota)	Protamnion †
	2. Prorettili (Proreptilia)	Aëtosaurus †
	3. Proterosauri (Proterosauria)	Proterosaurus †
II. LACERTILII (Autosauria)	4. Ascalaboti (Ascalabotes)	Platydactylus
	5. Monitori (Monitores)	Monitor
	6. Lacertini (Lacertina)	Lacerta
	7. Calcidii (Chalcidia)	Zonurus
	8. Scincoidii (Scincoidea)	Anguis
	9. Mosasauri (Mosasauria)	Mosasaurus †
	10. Gliptodermi (Glyptoderma)	Amphisbaena
	11. Vermilingui (Vermilingues)	Chamaeleo
III. SERPENTI (Ophidia)	12. Aglifodonti (Aglyphodonta)	Coluber
	13. Opistoglifi (Opistoglypha)	Dipsas
	14. Proteroglifi (Proteroglypha)	Hydrophis
	15. Solenoglifi (Solenoglypha)	Vipera
	16. Opoterodonti (Opoterodonta)	Typhlops
IV. COCCODRILLI (Crocodilia)	17. Tecodonti (Thecodontia)	Belodon †
	18. Teleosauri (Teleosauria)	Teleosaurus †
	19. Gaviali (Gaviales)	Gavialis
	20. Alligatori (Alligatores)	Alligator
V. CHELONII (Chelonia)	21. Talassiti (Thalassita)	Chelone
	22. Potamiti (Potamita)	Trionyx
	23. Eloditi (Elodita)	Emys
	24. Chersiti (Chersita)	Testudo
VI. DRAGHI MARINI (Halisauria ÷)	25. Simosauri (Simosauria)	Simosaurus †
	26. Plesiosauri (Plesiosauria)	Plesiosaurus †
	27. Ittiosauri (Ichthyosauria)	Ichthyosaurus †
	28. Sauranodonti (Sauranodontia)	Sauranodon †
VII. DRAGHI VOLANTI (Proterosauria ÷)	29. Dimorfodonti (Dimorphodontia)	Dimorphodon †
	30. Ramforinchi (Rhamphorhynchi)	Rhamphorhynchus †
	31. Pterodattili (Pterodactyli)	Pterodactylus †
	32. Pteranodonti (Pteranodontia)	Pteranodon †
VIII. DRAGHI (Dinosauria ÷)	33. Nanosauri (Nanosauria)	Nanosaurus †
	34. Arpagosauri (Harpagosauria)	Megalosaurus †
	35. Titanosauri (Titanosauria)	Iguanodom †
	36. Ornitoscelidi (Ornithoscelides)	Compsognathus †
IX. MAMMALORETTILI (Theriosauria ÷)	37. Pelicosauri (Pelycosauria)	Pelycosaurus †
	38. Rincocefali (Rhynchocephalia)	Rhynchocephalus †
	39. Cinodonti (Cynodontia)	Dicynodon †
	40. Criptodonti (Cryptodontia)	Udenodon †

I gruppi distinti con una ÷ si sono estinti nell'età secondaria.

Albero genealogico dei Sauropsidi (Rettili ed Uccelli).



Fra i quattro ordini viventi di rettili il più isolato è il notevole gruppo delle testuggini (*chelonia*). Questi strani animali appaiono per la prima volta pietrificati nel giurassico. Per certi caratteri essi si avvicinano agli anfibi, per altri ai coccodrilli, e per certe particolarità persino agli uccelli, cosicchè la loro vera posizione nell'albero genealogico dei rettili è incerta. Probabilmente essi si rannodano molto in basso alla sua radice. È sorprendente la rassomiglianza che mostrano i loro embrioni, anche in stadii tardivi dell'ontogenesi, con quelli degli uccelli (cfr. tav. II e III). Dei quattro sott'ordini di chelonii, il più antico è quello dei chelonii marini (*thalassita*). Da queste si sono svolti più tardi le testuggini fluviali (*potamita*) e da queste di nuovo quelle di palude (*elodita*). Finalmente ancora, molto più tardi, solo nell'età terziaria, apparvero i chelonii terrestri (*chersita*). Lo sviluppo della caratteristica corazza ossea della cute va gradatamente progredendo dal primo all'ultimo sottordine ed in pari tempo la particolare trasformazione del capo e delle zampe.

Fra i cinque interessanti ordini dei rettili estinti è il più aberrante e strano quello dei draghi volanti o rettili volanti (*pterosauria*); lucertole volanti, in cui il quinto dito della mano straordinariamente allungato serviva di sostegno ad una potente membrana alare. Probabilmente nell'età secondaria essi andavano volando in modo simile a quello degli odierni pipistrelli. I più piccoli pterosauri avevano a un dipresso la grandezza di un passero. I più grandi però, con un'apertura alare di oltre otto metri e con un tronco lungo due metri, oltrepassavano notevolmente in dimensione i più grandi volatori viventi (condor ed albatro). Essi erano veri dragoni volanti con terribile dentatura. I più antichi pterosauri (*dimorphodontia* e *ramphorhynchi*) avevano una lunga coda; nei più recenti (*pterodactylia* e *pteranodontia*) essa era regressa; i colossali pteranodonti avevano anche perduto la dentatura, presentando così un interessante parallelismo cogli uccelli. I loro resti pietrificati, sopratutto i ramforinchi dalla lunga coda ed i pterodattili dalla coda breve, si trovano numerosi in tutti gli strati del periodo giurassico e cretaceo, ma solo in essi.

Non meno rimarchevole e caratteristico per l'età mesolitica era il ricco gruppo dei draghi (*dinosauria*). Sono in parte colossali rettili, che raggiungevano una lunghezza di 60-80 piedi ed un'altezza di 20-30, i più grandi animali terragnoli che abbia mai portato il nostro globo. Essi vissero esclusivamente nell'età secondaria, cominciano col triasico inferiore e scompaiono nuovamente col cretaceo superiore. I più dei loro resti si trovano nel periodo giurassico e nel cretaceo inferiore. Per la maggior parte, erano terribili predatori (*Megalosaurus*, lungo da 20 a 30 piedi, *Pelorosaurus* da 40 a 60). L'*Iguanodon* tuttavia e molti altri vivevano di piante e probabilmente avevano nelle selve del cretaceo la stessa parte che gli altrettanto massicci, ma più piccoli elefanti, ippopotami e rinoceronti dell'età presente. A questi colossali erbivori appartiene il più grande di tutti gli animali terrestri conosciuti, l'enorme *Atlantosaurus*, che raggiungeva una lunghezza di 115 piedi, con un'altezza di 30; esso poteva certo mangiarsi per colazione un albero intero. Le sue vertebre avevano un piede di diametro. Questo enorme mostro è stato scoperto nel 1877 negli strati cretacei del Colorado, nel Nord-America, dal celebre paleontologo Marsh, al quale noi dobbiamo anche la scoperta di molti altri interessantissimi vertebrati fossili; essi si trovano nell'incomparabile collezione paleontologica di *Yale-College* a New-Haven (Connecticut). Presso a questi giganti si trovano però anche fra i dinosauri forme molto più piccole giù sino alla grandezza di un gatto e di una lucertola. Morfologicamente essi sono anzitutto interessanti per la struttura ossea delle loro estremità, sopratutto

del cingolo toracico e del pelvico. Infatti in un ramo di dinosauri tale struttura conduce gradatamente alla struttura di queste parti che è caratteristica negli uccelli, per cui l'Huxley diede precisamente a questo ramo il nome di *ornithoscelides* (dalle zampe d'uccello). In senso stretto questo nome appartiene al notevole *Compsognathus* del giurassico di Solenhofen, il quale conduce direttamente agli uccelli.

Come i dinosauri per gli uccelli, così i mammalosauri (*theriosauria* o *theriomorpha*) fanno il passaggio dai protamnioti ai mammiferi. Il tanto benemerito paleontologo americano Cope, cui noi dobbiamo ugualmente molte delle più interessanti scoperte di vertebrati fossili, ha recentemente mostrato che questi teriosauri (appartenenti per lo più al trias) conducono attraverso ad una lunga serie di forme intermedie dai tocosauri ai mammiferi ed in primo luogo ai monotremi. Ciò risulta chiaramente dalla struttura delle loro estremità e sopratutto dal cingolo toracico e del bacino. I più antichi teriosauri sono i *pelycosauria;* sebbene essi fossero animali terragnoli, tuttavia invece della colonna vertebrale articolata essi possedevano una semplice corda. Più tardi seguono ad essi gli *anomodontia*, che parte possedevano pochi grandi canini (*cynodontia*), parte avevano perduto interamente i denti (*cryptodontia*). Da un gruppo di teriosauri si svilupparono probabilmente durante il periodo triasico le forme-stipiti dei mammiferi, i promammali.

La classe degli uccelli (*aves*) è, come l'abbiamo già ricordato, così affine ai rettili per la sua interna struttura e pel suo sviluppo embrionale, che essa senza alcun dubbio ha preso realmente la sua origine da un ramo di questa classe. Come vi mostra già uno sguardo che gettiate sulle tavole II e III, gli embrioni degli uccelli in un'epoca in cui essi appaiono già molto essenzialmente differenti dagli embrioni di mammiferi, si possono ancora appena distinguere da quelli delle testuggini e di altri rettili. La segmentazione dell'uovo negli uccelli e rettili è parziale, nei mammiferi totale. Le cellule rosse del sangue nei primi hanno un nucleo, negli ultimi no. I peli dei mammiferi si sviluppano altrimenti che le penne degli uccelli e le squame dei rettili. Le diverse ossa che compongono originariamente la mascella inferiore in questi ultimi rimangono separate, mentre nei mammiferi esse si saldano insieme. Anche manca a questi ultimi l'osso quadrato dei primi. Mentre nei mammiferi (come negli anfibi) l'articolazione del cranio colla prima vertebra cervicale si fa per mezzo di due rilievi articolari o condili; questi negli uccelli e nei rettili sono fusi invece in un solo. Perciò l'Huxley riunisce a buon diritto queste due classi in un gruppo solo, dei *Sauropsida*, e contrappone questo gruppo ai mammiferi.

Il diramarsi degli uccelli dai rettili ebbe luogo verosimilmente durante il periodo triasico. I più antichi resti fossili di uccelli sono stati trovati nel giurassico superiore (*Archaeopteryx*). Ma già nel periodo triasico vivevano diversi dinosauri, che sotto più d'un rispetto sembrano fare il passaggio dai tocosauri ai progenitori degli uccelli, agli ipotetici protorniti. A queste rimarchevoli forme di passaggio appartiene il già ricordato *Compsognathus* del giurassico di Solenhofen.

La grande maggioranza degli uccelli, malgrado tutta la varietà di colorazioni del bel rivestimento di piume e la varietà del becco e delle zampe, appare organizzata in modo estremamente uniforme, come la classe degli insetti. La classe degli uccelli si è adattata nel più vario modo alle condizioni esterne di resistenza, senza perciò deviare essenzialmente dal tipo strettamente ereditario della caratteristica struttura interna. I così detti « ordini » degli uccelli si distinguono perciò in molto minor grado gli uni dagli altri, che non i diversi ordini dei rettili o dei mammiferi. In complesso noi

distinguiamo qui provvisoriamente solo quattro ordini di uccelli: 1° gli uccelli primitivi (*saururae*); 2° gli uccelli dentati (*odontornithes*); 3° corridori o struzzi (*ratitae*); 4° gli uccelli a sterno carenato (*carinatae*). I tre ultimi si possono riunire nella sottoclasse degli *ornithurae* (con coda di uccello), mentre il primo rappresenta da solo la più antica sottoclasse degli uccelli a coda di lucertola (*saururae*), *Morf. generale*, 1886, vol. II.

Il prim'ordine, quello degli uccelli primitivi (*saururae*), non è noto finora che per un'unica specie fossile, che ancora è imperfettamente conservata, ma che perciò come il più antico, e perciò singolarissimo, uccello fossile merita una grandissima considerazione. È questo l'*Archaeopteryx lithographica* (o grifone primitivo), la quale finora non è stata trovata che in due esemplari nel calcare litografico di Solenhofen e nel giurassico superiore della Baviera, il primo esemplare nel 1861, il secondo nel 1877. Noi dobbiamo considerarlo come un prossimo parente dell'ipotetica *Protornis*, progenitrice comune di tutti gli uccelli. Questo rimarchevole uccello sembra in complesso aver avuto la grandezza e la forma di un grosso corvo, come mostrano sopratutto le ben conservate zampe; disgraziatamente il capo e il tronco mancano per la massima parte. Un frammento di becco contiene piccoli denti. La conformazione dell'ala devia alquanto da quella degli altri uccelli, ma molto più quella della coda. In tutti gli altri uccelli la coda è molto breve, composta da poche brevi vertebre. Le ultime di queste sono fuse in una sottile piastra ossea trasversale, a cui si inseriscono a ventaglio le timoniere caudali. L'*Archaeopteryx* invece ha una lunga coda, come le lucertole, composta da molte (20) lunghe ed esili vertebre e ad ogni vertebra si attacca lateralmente un paio di forti timoniere, cosicchè l'intiera coda appare regolarmente pennata. La stessa struttura delle vertebre caudali si mostra transitoriamente negli embrioni degli altri uccelli, cosicchè evidentemente la coda dell'*Archaeopteryx* rappresenta la forma originaria, ereditata dai rettili, detta coda degli uccelli. Probabilmente detti uccelli con coda di lucertola vivevano in quantità verso la metà dell'età secondaria; il caso però non ci ha svelato sinora che quest'unico resto.

Un secondo ordine di uccelli, parimenti estinto, formano i rimarchevoli uccelli dentati (*odonthornithes*), scoperti dal Marsh nel cretaceo del Nord-America. Essi avevano già la breve coda a ventaglio dei comuni uccelli carenati, ma portavano ancora nel becco numerosi denti, come i saururi. Alcuni erano molto grandi: l'*Hesperornis*, che rassomigliava ad uno struzzo nuotatore e carnivoro, arrivava a oltre due metri di lunghezza. Questa forma si rannoda strettamente al seguente ordine dei ratiti, mentre altri uccelli dentati (*Ichthyornis*) sono più affini ai carenati (nuotatori).

Il terzo ordine, gli struzzi (*ratitae*), detti anche corridori (*cursores*), non sono più rappresentati oramai che da poche specie viventi: dallo struzzo africano a due dita, dagli struzzi americani ed australiani a tre dita, dai casoari indiani e dai kivi od *Apteryx* della Nuova Zelanda, i quali han quattro dita. Anche i giganteschi uccelli estinti di Madagascar (*Aepyornis*) e della Nuova Zelanda (*Dinornis*), i quali erano molto più grossi dei maggiori struzzi ora viventi, appartengono a questo gruppo. Probabilmente gli struzzi sono nati da diversi rami di uccelli dallo sterno carenato pel divezzarsi dal volo, per la connessavi regressione dei muscoli alari e della carena sternale che loro serve d'attacco e per un corrispondente maggiore sviluppo delle estremità posteriori cursorie. Meno verosimile è un'altra opinione, sostenuta sopratutto dall' Huxley; secondo questa, gli struzzi non discenderebbero da uccelli volatori, ma sarebbero prossimi parenti dei dinosauri, sopratutto dal *Compsognathus*; essi sarebbero così più affini ai saururi che non i carenati.

Specchio sistematico degli ordini e famiglie degli Uccelli.

ORDINI	CARATTERI DEGLI ORDINI	FAMIGLIE	ESEMPI DI GENERI
I. UCCELLI PRIMITIVI (Saururae)	Becco dentato Lunga coda da lucertola (pennata) Sterno senza carena	1. Protornithes	Protornis †
		2. Archaeopteryges . . .	Archaeopteryx †
II. UCCELLI SDENTATI (Odontornithes)	Becco dentato Breve coda a ciuffo Sterno senza carena	3. Hesperornithes	Hesperornis †
		4. Ichthyornithes	Ichthyornis †
III. STRUZZI (Ratitae)	Becco senza denti Breve coda a ciuffo Sterno senza carena	5. Apterygidae	Apteryx
		6. Dinornithes	Dinornis †
		7. Casuaridae	Casuarius
		8. Rheidae	Rhea
		9. Struthionidae	Struthio
IV. CARENATI (Carinatae)	Becco senza denti Coda breve a ventaglio Sterno con carena	10. Dromaeognathae . . .	Tinamus
		11. Spheniscidae	Aptenodites
		12. Pygopodes	Colymbus
		13. Longipennes	Larus
		14. Steganopodae	Pelecanus
		15. Lamellirostres	Cygnus
		16. Ciconarie	Ardea
		17. Grallae	Scolopax
		18. Rasores	Gallus
		19. Gyrantes	Columba
		20. Passerinae	Fringilla
		21. Macrochires	Cypselus
		22. Picariae	Picus
		23. Coccyges	Rhamphastus
		24. Psittacidae	Psittacus
		25. Raptatores	Aquila

Ai carenati (*carinatae*) appartengono tutti gli uccelli ora viventi, ad eccezione dei ratiti. Essi si sono verosimilmente svolti nella seconda metà dell'età secondaria, nel giurassico o cretaceo, dagli uccelli primitivi dalla coda pennata pel saldarsi delle vertebre caudali posteriori e pel raccorciarsi della coda. Dell'età secondaria non si riconosce di essi che pochissimi resti e solo dalla sua ultima sezione, del cretaceo. Questi resti appartengono a vari nuotatori e trampolieri. Tutti gli altri resti fossili di uccelli che ci sono noti sono stati trovati negli strati terziari. Poichè tutti questi uccelli appaiono fra loro molto strettamente affini e variamente collegati sotto molteplici rapporti, così la loro genealogia è molto difficile da rintracciare.

Recentemente Max Fürbringer in una grande opera: *Ricerche sulla morfologia e sistematica degli uccelli* (1888) ha intrapreso con particolare abilità il difficile tentativo di chiarire filogeneticamente i complicati rapporti di parentela dell'intera classe degli uccelli. Fondandosi su accuratissime ed estese ricerche egli giunge alla convinzione che l'intera classe degli uccelli è monofiletica e discende da un antico gruppo di uccelli primitivi (verosimilmente appartenenti al periodo triasico od al permiano). Come unico resto noto di questo gruppo-stipite è da considerarsi l'*Archeopteryx lithographica* del giurassico. Gli ordini degli odontorniti e dei ratiti sono, secondo il Fürbringer, entrambi polifiletici e discendono da diverse sezioni di uccelli volanti o carenati. Egli divide questi ultimi in quattro diversi ordini: *pelargornithes* (i rapaci ed il più dei nuotatori), *charadriornithes* (il più dei trampolieri), *alectorornithes* (il più dei gallinacei) e *coracornithes* (la gran massa dei rampicanti, schiamazzatori e cantatori). Fra i ratiti egli distingue come tre differenti ordini i casoari (*hyppalectryornithes*), gli struzzi americani (*rheornithes*) e lo struzzo d'Africa (*struthiornithes*).

Il modo critico e cauto con cui il Fürbringer ha studiato filogeneticamente gli accumulati materiali della morfologia degli uccelli e li ha utilizzati per fondare il suo nuovo sistema, è realmente esemplare. Inoltre questo segnalato anatomico stabilì per la prima volta degli alberi genealogici stereometrici (pagg. 1119 e 1569, come pure tav. XXVII a XXX della sua opera). Egli ci dà qui una completa immagine grafica dell'albero genealogico solido, completando diverse vedute verticali (da varie parti) con proiezioni planimetriche orizzontali. La forma incompleta in cui io stesso nella mia *Morfologia generale* (1866) pubblicai i primi schizzi degli alberi genealogici sistematici e che poi mi ero sforzato di migliorare nelle diverse edizioni della *Storia della creazione naturale*, doveva rimanere insufficiente già pel fatto che essi sono proiettati sopra un solo piano verticale. La forma stereometrica dell'albero genealogico tentata qui per la prima volta dal Fürbringer segna un grande progresso nelle conoscenze filogenetiche e nella loro rappresentazione. Ogni naturalista che voglia farsi un'idea chiara della complicata filogenesi di un gruppo maggiore o minore dovrà seguire il suo esempio, « rappresentando graficamente da diverse parti il molteplice intreccio delle vie dell'evoluzione filogenetica » e completando le vedute verticali con proiezioni orizzontali (o « sezioni trasversali dell'albero genealogico »), acquisterà una molto più chiara idea delle sue relazioni di parentela di quel che sia possibile altrimenti. L'albero genealogico stereometrico è per vero molto più difficile da stabilire che l'albero planimetrico sin qui comunemente usato, esso ha però anche un valore intellettuale molto superiore e forma lo scopo della progrediente filogenesi dell'avvenire.

VENTISEESIMA CONFERENZA

Genealogia dei Mammiferi.

Sistema dei mammiferi secondo Linneo e Blainville. — Tre sottoclassi di mammiferi (ornitodelfi, didelfi, monodelfi). — Ornitodelfi o monotremi. — Mammiferi ovipari. — Ornitostomi e promammali. — Didelfi o marsupiali. -- Marsupiali erbivori e carnivori (phytophaga e zoophaga). — Monodelfi o placentali. — Importanza della placenta. — Recenti scoperte paleontologiche in Europa e nel Nord-America; fauna placentale terziaria. — Alberi genealogici completi. — Sei legioni e venti ordini di placentali. — Loro dentatura tipica. — Sdentati. — Cetomorfi (cetacei e sirene). — Ungulati primitivi. — Perissodattili. — Artiodattili. — Proboscidali. — Iracei. — Rosicanti. — I quattro ordini dei carnivori (creodonti, insettivori, carnivori veri e pinnipedi. — La legione dei primati: proscimmie, pipistrelli, scimmie e uomini.

Signori!

Vi sono nella sistematica degli organismi poche opinioni sulle quali i naturalisti siano in ogni tempo andati d'accordo. A questi pochi punti incontestati appartiene la posizione privilegiata della classe dei mammiferi alla cima del regno vegetale. La ragione di questo privilegio sta in parte nello speciale interesse, le molteplici utilità ed il molto diletto che realmente offre all'uomo più che tutte le classi quella dei mammiferi, parte però ed ancor più nella circostanza che l'uomo stesso è un membro di questa classe. Poichè per quanto variamente si giudichi, d'altronde, la posizione dell'uomo nella natura e nel sistema degli animali, giammai un naturalista ha messo in dubbio che l'uomo (almeno sotto il rapporto puramente morfologico) appartenga alla classe dei mammiferi; da ciò segue però il corollario per noi importantissimo, che anche l'uomo è per consanguineità un membro di questa classe animale e si è sviluppato storicamente da forme di mammiferi da gran tempo estinte. Questa circostanza già da sola ci giustifica se noi diamo qui una speciale attenzione alla filogenesi dei mammiferi. Per questo scopo vogliamo dapprima esaminare la sistematica di questa classe.

I mammiferi, avuto riguardo sopratutto alla dentatura ed alla conformazione dei piedi, furono divisi dagli antichi naturalisti in una serie di 8-16 ordini. Al più basso gradino di questa serie stavano i cetacei, i quali per l'aspetto pisciforme del loro corpo sembrano allontanarsi il più dall'uomo che sta al gradino supremo. Così distinse Linneo i seguenti otto ordini: 1° *cete* (balene); 2° *belluae* (ippopotami e cavalli); 3° *pecora* (ruminanti); 4° *glires* (rosicanti e rinoceronte); 5° *bestiae* (insettivori, marsupiali e diversi altri); 6° *ferae* (carnivori); 7° *bruta* (sdentati ed elefanti); 8° *primates* (pipistrelli, proscimmie, scimmie ed uomini). Nè molto al disopra di questa classificazione di Linneo si elevò quella del Cuvier, la quale servì di esempio al più dei naturalisti susseguenti. Il Cuvier distinse i seguenti otto ordini: 1° *cetacea* (balene); 2° *ruminantia* (ruminanti); 3° *pachyderma* (ungulati, ad eccezione dei ruminanti); 4° *edentata* (sdentati); 5° *rodentia* (rosicanti); 6° *carnassia* (marsupiali, carnivori, insettivori e pipistrelli); 7° *quadrumana* (proscimmie e scimmie); 8° *bimana* (uomini).

Il più notevole progresso nella classificazione dei mammiferi lo fece già nel 1816 il segnalato e già sovra ricordato anatomico Blainville, il cui sguardo penetrante scorse dapprima i tre gruppi naturali, o sottoclassi dei mammiferi e che secondo la natura dei loro organi riproduttori, li distinse sotto i nomi di ornitodelfi, didelfi e monodelfi. Poichè oggidì questa divisione è con ragione da tutti i zoologi scientifici ritenuta la migliore, per essere fondata profondamente sull'embriologia, noi la seguiremo anche qui. Le differenze che dividono le une dalle altre queste tre sottoclassi dei vertebrati sono così molteplici ed importanti che esse corrispondono realmente a tre diversi stadii storici dell'evoluzione di questa classe. Sembra quindi opportuno di riunirle qui provvisoriamente nel seguente specchietto:

TRE SOTTOCLASSI DI MAMMIFERI	MONOTREMI (Prototheria od Ornithodelphia)	MARSUPIALI (Metatheria o Didelphia)	PLACENTALI (Eutheria o Monodelphia)
1. Riproduzione	Ovipari	Vivipari	Vivipari
2. Uova	Grandi, ricche di vitello, con guscio	Piccole, senza guscio	Piccole, senza guscio
3. Mammelle.	Mancanti	Presenti	Presenti
4. Placenta	Mancante	Mancanti	Presente
5. Cloaca	Persistente	Embrionale	Embrionale
6. Ossa marsupiali	Presenti	Presenti	Mancanti
7. Clavicole	Fuse collo sterno	Non fuse	Non fuse
8. Coracoidi	Ben sviluppati	Affatto rudimentali	Affatto rudimentali
9. Corpo calloso del cervello . .	Ben sviluppato	Non sviluppato	Fortemente sviluppato
10. Temperatura del sangue . .	Bassa (25° C.)	Alta (32°-36° C.)	Alta (35°-40° C.)

L'estensione delle tre sottoclassi dei mammiferi è estremamente diversa. Della prima e più bassa quella dei monotremi, noi non conosciamo che due generi ancora viventi « mammiferi a becco » dell'Australia. La seconda sottoclasse, che prende un posto intermedio nello sviluppo storico e morfologico, viene esclusivamente costituita dai marsupiali; numerose forme di essa vivono ancora oggidì in Australia ed alcune in America. Tutti gli altri mammiferi, la gran massa di tutta questa ricca classe, appartengono alla terza sottoclasse, ai placentali. Son questi ultimi che dal principio della terziaria si acquistarono la predominanza nel tipo dei vertebrati; e che han prodotto una tale quantità di interessanti ed importanti forme animali, che noi potremmo da esse chiamare l'intera età cenozoica l' « età dei mammiferi ».

La prima sottoclasse è formata dai monotremi (*monotrema*, *ornithodelphia* e *prototheria*) o mammiferi colla forchetta, detta anche spesso amasti (senza mammelle) o cloacati. Essi non sono più rappresentati oggidì che da due soli generi viventi, che sono limitati alla Nuova Olanda ed alle isole vicine (Nuova Guinea e Terra di Van Diemen), cioè l'ornitorinco (*Ornithorhynchus paradoxus*), molto noto pel suo becco da uccello ed il meno noto echidna (*Echidna hystrix* e due specie affini), che è simile ad un riccio. Questi due strani animali che si riuniscono nell'ordine degli ornitostomi (*ornithostoma* o *mammiferi* col becco) sono evidentemente gli ultimi resti che sopravvivono ad un gruppo già ricco di forme che nell'antica età secondaria rappresentava

da solo la classe dei mammiferi e dal quale, solo più tardi, verosimilmente nel periodo triasico o giurassico, si sviluppò la seconda sottoclasse, quella dei didelfi. Disgraziatamente di questo antichissimo gruppo-stipite dei mammiferi, che noi designeremo col nome di promammalia, non sono noti resti fossili interamente certi. Tuttavia è possibile che i più antichi di tutti i mammiferi fossili conosciuti, come il *Microlestes antiquus*, di cui sono noti veramente solo pochi molari, appartengano ad essi. Tali fossili sono stati trovati negli strati superiori del triasico, nel keuperiano, e ciò dapprima (1847) in Germania (presso Degerloch, poco lungi da Stuttgart) e poi più tardi anche in Inghilterra (presso Frome). Denti consimili sono anche stati trovati recentemente nel trias nord-americano e descritti sotto il nome di *Dromatherium sylvestre*. Questi rimarchevoli denti, la cui forma caratteristica ci indica un mammifero insettivoro, sono i soli che siano stati trovati finora negli antichi strati secondari, nel trias. Forse però oltre ad essi ancora parecchi altri denti di mammiferi trovati nel giurassico e nel cretaceo e che ora sono per solito attribuiti a marsupiali, appartengono propriamente a dei promammali. Per la mancanza delle parti molli caratteristiche ciò non si può definire con sicurezza. In ogni caso l'apparizione dei marsupiali deve essere stata preceduta dall'esistenza di numerosi monotremi con dentatura sviluppata e provvisti di una cloaca.

I monotremi furono chiamati ornitodelfi dal Blainville, poichè essi nella struttura degli organi riproduttori mostrano una evidente concordanza cogli uccelli e rettili; evidentemente questa spiccata rassomiglianza riposa sull'eredità da un comune antichissimo gruppo-stipite, dai protamnii o prorettili. Fondandosi su ciò, specialmente sulla struttura degli organi femminei, il Lamarck aveva conchiuso già nel 1809, che gli ornitostomi non partoriscono figli vivi come fanno gli altri mammiferi, ma depongono uova come i sauropsidi. Questa supposizione non venne confermata dall'osservazione diretta che 75 anni più tardi. Solo nell'anno 1884 scoprirono quasi simultaneamente ed indipendentemente l'un dall'altro l'Haacke ed il Caldwell, che i monotremi depongono, come i rettili, uova grosse, ricche di vitello e con guscio molle. L'*Ornithorhynchus* nasconde il suo uovo in una buca del terreno, l'echidna in una tasca ventrale. I giovani monotremi sgusciati dall'uovo non succhiano il latte materno come gli altri mammiferi, ma leccano il sudore nutritivo della loro madre; secondo l'interessante scoperta di Gegenbaur, il liquido nutritivo viene qui fornito dalle ghiandole sudorifere ingrossate della tasca mammaria, mentre il latte dei marsupiali e placentali viene prodotto dalle sue ghiandole sebacee; solo queste due sottoclassi hanno inoltre vere mammelle o capezzoli per succhiare (perciò son detti anche *mastozoa*); ai monotremi esse mancano ancora interamente (detti perciò *amasta*).

La designazione di cloacati (*monotrema*) in ampio senso l'han ricevuta gli ornitodelfi per via della cloaca per la quale essi si distinguono da tutti gli altri mammiferi, concordando invece cogli uccelli, rettili, anfibi e in generale coi vertebrati inferiori. Il formarsi d'una cloaca consiste in ciò che l'ultima porzione del canal digerente riceve gli sbocchi dell'apparato urogenitale, cioè degli organi urinarii e sessuali riuniti, mentre questi in tutti gli altri mammiferi (tanto didelfi che monodelfi) sboccano separatamente dall'intestino. Tuttavia anche in questi, nei primi tempi della vita embrionale, esiste una cloaca, e solo più tardi (nell'uomo verso la dodicesima settimana dello sviluppo) subentra la separazione dei due sbocchi. I cloacati furono detti « mammiferi dalla forchetta », perchè le loro robuste clavicole son riunite l'una all'altra per mezzo dello sterno, formando un osso mediano simile alla nota « forchetta degli uccelli ». Negli altri mammiferi le due clavicole rimangono interamente separate sul davanti e non si

saldano collo sterno. Così pure le ossa coracoidi, che stanno dietro alle clavicole, sono nei monotremi molto più sviluppate che negli altri mammiferi e formano un paio di grosse ossa indipendenti che si collegano collo sterno; invece nei marsupiali e placentali esse sono interamente regresse, ora sparite, ora fuse colla scapola e non più visibili che come brevi apofisi di essa.

Anche in molti altri caratteri, sopratutto nella struttura del labirinto uditivo e del cervello, i monotremi si avvicinano agli altri vertebrati più che ai mammiferi, tantochè si è voluto separarli da essi, considerandoli come una speciale classe. Così per esempio la temperatura del sangue (25°) è notevolmente più bassa che quella degli altri mammiferi (35°-40°). Per contro per la struttura del cuore e dell'aorta, sopratutto però pel caratteristico rivestimento di peli, per la struttura della colonna vertebrale e del cranio, ecc. essi mostrano chiaramente che in sistematica sono ancora da collocarsi fra i mammiferi, sebbene mostrino ancora importanti corrispondenze col gruppo-stipite degli antichissimi prorettili.

La strana presenza del becco nei due ornitostomi ancor oggi viventi, la quale è collegata con un'atrofia dei denti, non deve evidentemente essere considerata come carattere essenziale dell'intera sottoclasse dei cloacati, ma come un carattere accidentale d'adattamento; essa distingue gli ultimi resti di questa classe dei gruppi principali estinti, appunto così come la presenza di un lungo muso parimente privo di denti distingue vari sdentati (per esempio i formichieri) dagli altri placentali. Probabilmente le forme-stipiti dei nostri moderni ornitostomi hanno perduto i loro denti per le stesse ragioni che gli uccelli moderni, i quali in origine discendono da uccelli dentati. Gli ignoti mammiferi-stipiti estinti, i promammali, i quali vivevano nel trias, e di cui i due ornitostomi oggidì viventi non rappresentano che un singolo ramo, ridotto ed unilateralmente sviluppato, possedevano ad ogni modo una dentatura numerosa e bene sviluppata, come i teriosauri, da cui essi discendono e come i marsupiali, che si svilupparono in prima linea da essi.

I marsupiali (*didelphia* o *marsupialia*, detti dall'Huxley *metatheria*) formano la seconda delle tre sottoclassi di mammiferi; essi sotto ogni rispetto, tanto anatomico ed embriologico che genealogico e storico, formano il passaggio fra i due altri, i monotremi ed i placentali. Invero di questo gruppo vivono ancora oggidì numerosi rappresentanti, come i notissimi canguri, sarighe e tilacini. Ma in complesso anche questa sottoclasse, come la precedente, si avvia manifestamente verso la sua completa estinzione ed i membri di essa che sono ancora in vita sono gli ultimi resti d'un grande e ricco gruppo, il quale durante l'età secondaria, media e recente rappresentava predominantemente i mammiferi. Probabilmente i marsupiali già al principio o verso la metà dell'èra mesolitica, durante il periodo giurassico o cretaceo, si sono sviluppati da un gruppo di monotremi. Più tardi, al principio o verso la fine del periodo cretaceo, nacque a sua volta dai marsupiali il gruppo dei placentali, ai quali i primi soggiacquero poi presto nella lotta per la vita. Tutti i resti fossili di mammiferi che ci son noti dell'età secondaria sembrano appartenere in parte a marsupiali e in parte a monotremi. Allora i marsupiali erano diffusi su tutta quanta la terra. Persino in Europa (Inghilterra, Francia) noi troviamo già di essi resti ben conservati. Per contro gli ultimi ramusculi di questa classe, che vivono tuttora, sono limitati ad una strettissima area di diffusione, cioè alla Nuova Olanda, all'arcipelago australiano e ad una piccola parte dell'asiatico. Alcune poche forme (della famiglia delle sarighe) vivono ancora nell'America. Per contro al presente non esiste più nessun marsupiale nel continente dell'Asia, dell'Africa e dell'Europa.

I marsupiali pigliano il loro nome dalla tasca o borsa (*marsupium*) che nei più è bene sviluppata e si trova alla faccia ventrale delle femmine ed in cui la madre porta in giro i piccoli ancora per un lungo tempo dopo la nascita. Questa borsa è sostenuta da due caratteristiche ossa marsupiali, che esistono in questi animali, mentre mancano ai placentali. Il giovane marsupiale viene partorito in istato molto più imperfetto che il giovane placentale e solo dopo che egli si è sviluppato per qualche tempo entro la borsa esso raggiunge quel grado di sviluppo che quest'ultimo possiede fin dalla sua nascita. Nel canguro gigante, che raggiunge l'altezza di un uomo, il giovane neonato, che dalla madre è stato portato appena per un mese nella borsa, non è più lungo d'un pollice; esso raggiunge solo il suo sviluppo essenziale più tardi, nel marsupio materno, dove esso per circa nove mesi rimane attaccato al capezzolo della ghiandola mammaria.

Le diverse sezioni che per solito si distinguono sotto il nome di famiglie nella sottoclasse dei marsupiali meritano propriamente il titolo di ordini indipendenti, poichè esse nello svariato differenziamento della dentatura e delle estremità si distinguono l'una dall'altra in modo simile, sebbene meno spiccatamente, di quel che fanno i diversi ordini dei placentali. In parte essi corrispondono completamente a questi ultimi. È evidente che l'adattamento a simili condizioni di vita ha prodotto nelle due sottoclassi dei marsupiali e dei placentali corrispondenti trasformazioni della forma fondamentale primitiva, prova questa del potere della convergenza (pag. 159). Si possono dunque distinguere circa otto ordini di marsupiali, di cui una metà forma il gruppo primario o la legione dei fitofagi o mangiatori di piante, l'altra il gruppo o la legione dei zoofagi o carnivori. D'entrambe le legioni (se non si voglia annoverare qui il già ricordato *Microlestes* ed il *Dromaterium* del trias) si trovano i più antichi resti fossili nel giurassico e propriamente negli schisti di Stonefield presso Oxford in Inghilterra. Questi appartengono alla formazione batoniana od alla oolite inferiore, a quel gruppo di strati che giace immediatamente sopra il lias, la più antica formazione giurassica (confrontare pag. 216). Per verità i resti di vertebrati che furono trovati negli schisti di Stonefield e così pure quelli che si trovarono più tardi negli strati di Purbeck risultano solo da mandibole (cfr. pag. 225). Ma fortunatamente appunto la mandibola è fra le parti scheletriche più caratteristiche dei marsupiali. Essa infatti si distingue per una apofisi uncinata dell'angolo mandibolare inferiore, che è ripiegato all'ingiù ed all'indietro, la quale non si trova nè nei placentali, nè nei monotremi tuttora viventi, e noi possiamo dalla presenza di questa apofisi nella mandibola di Stonefield concludere che esse hanno appartenuto a dei marsupiali.

La prima e più antica legione di marsupiali, la quale esce da un ramo dei promammali è costituita dai marsupiali carnivori (*zoophaga*). Essa comprende quattro diversi gruppi principali od ordini. Formano il più antico di questi i marsupiali primitivi (*prodidelphia*) o marsupiali insettivori. A questi appartengono probabilmente le forme-stipiti dell'intera legione e fors'anche di tutta la sottoclasse. Almeno tutte le mandibole inferiori di Stonefield (ad eccezione del *Plagiaulax* e dello *Stereognathus*) appartengono a dei marsupiali insettivori, i quali hanno i loro più prossimi affini nel tuttora vivente *Myrmecobius*. Tuttavia in parte di quei prodidelfi oolitici il numero dei denti era maggiore che nel più degli altri mammiferi. Infatti ogni mezza mandibola di *Thylacotherium* possedeva 16 denti (3 incisivi, 1 canino, 6 falsi molari e 6 veri molari). Se nella mascella superiore ignota vi erano altrettanti denti, allora il *Thylacotherium* non avrebbe avuto meno di 64 denti, appunto il doppio dell'uomo. I prodidelfi corrispondono in complesso agli insettivori fra i placentali, ai quali appartengono

il riccio, la talpa ed il topo-ragno. Un secondo ordine, che verosimilmente si è sviluppato da un ramo dei primi, è quello dei marsupiali a lungo muso o sdentati (*edentula*), i quali pel muso allungato a tromba, per la dentatura regressa e pel corrispondente modo di vita ricordano gli sdentati fra i marsupiali, specialmente i formichieri (*Tarsipes*). D'altra parte i marsupiali predatori (*creophaga*) rassomigliano pel modo di vita e per la dentatura ai veri carnivori fra i placentali. Ad essi appartengono i *Dasyurus* ed il *Tylacinus* dell'Australia. Sebbene quest'ultimo raggiunga la grandezza del lupo, esso non è tuttavia che un nano appetto degli antichi *Thylacoleo* australiani, i quali avevano almeno la statura del leone e possedevano canini lunghi oltre due pollici. Il quarto ordine dei zoofagi è costituito dai marsupiali a piedi di scimmia (*pedimana*), che vivono nelle regioni più calde dell'America. Essi si trovano di frequente nei giardini zoologici, sopratutto diverse specie del genere *Didelphys*, e son note sotto il nome di sarighe od oppossum. Ai loro piedi posteriori il pollice può venire direttamente opposto alle quattro altre dita come in una mano e perciò essi si rannodano immediatamente alle proscimmie fra i placentali. Sarebbe possibile che queste ultime fossero realmente affini coi pedimani e che si fossero sviluppate da progenitori di questo gruppo estinti da gran tempo.

Della seconda legione dei marsupiali, quella dei marsupiali erbivori (*phytophaga*), non si conoscono finora che pochi fossili giurassici, fra cui lo (*Stereognathus oolithicus* di Stonefield (oolite inferiore) ed il *Plagiaulax Becklesii* degli strati medii di Purbeck (oolite superiore). Per contro si trovano nella Nuova Olanda dei resti pietrificati di giganteschi marsupiali fitofagi estinti dell'epoca diluviale (*Diprotodon* e *Nototherium*), i quali erano molto più grossi dei maggiori marsupiali ora viventi. Il *Diprotodon australis*, il cui solo cranio è lungo tre piedi, sorpassava ancora in grandezza l'ippopotamo, cui rassomigliava in complesso per la sua pesante e massiccia corporatura. Si può ben designare questo gruppo estinto, che verosimilmente corrisponde ai giganteschi placentali ungulati del presente, agli ippopotami e rinoceronti, col nome di marsupiali ungulati (*barypoda*). A questi sta molto presso l'ordine dei canguri o marsupiali saltatori (*macropoda*). Per le zampe anteriori molto accorciate, per le lunghe zampe posteriori e per la robustissima coda che serve per saltare essi corrispondono ai topi saltatori o dipodi fra i rosicanti. Invece per la loro dentatura essi ricordano i cavalli e per il loro stomaco complicato i ruminanti. Un terzo ordine di marsupiali fitofagi rassomiglia per la dentatura ai rosicanti e più specialmente, per la loro vita sotterranea, ai topi scavatori. Noi possiamo perciò chiamarli marsupiali rosicanti o mangiatori di radici (*rhizophaga*). Presentemente essi non sono più rappresentati che dal wombato (*Phascolomys*) australiano. Un quarto ed ultimo ordine di marsupiali fitofagi è infine quello dei marsupiali frugivori (*carpophaga*), i quali nel modo di vita e nell'aspetto corrispondono in parte agli scoiattoli, in parte alle scimmie (*Phalangista*, *Phascolarctus*); essi fanno vita arborea.

La terza ed ultima sottoclasse dei mammiferi è quella dei placentali (*monodelphia* o *placentalia*). Essa è di gran lunga la più importante, la più estesa e la più perfetta delle tre sottoclassi. Ad essa appartengono infatti tutti i mammiferi conosciuti, ad eccezione dei marsupiali e monotremi. Anche l'uomo appartiene a questa sottoclasse e si è sviluppato da gradi inferiori di essa. Tutti i placentali si distinguono, come dice il nome, dagli altri mammiferi sopratutto per la così detta placenta. Questa è un organo molto peculiare e rimarchevole, il quale ha una parte importantissima nella nutrizione del giovane che si sviluppa nel corpo materno. Essa si sviluppa dall'allantoide embrionale

che nei rimanenti amnioti sporge dall'intestino dell'embrione in forma di una vescica ricca di vasi. La placenta (detta anche « secondo parto ») è un corpo rosso, spugnoso, di forma e grandezza molto varia, il quale per la massima parte risulta da un inestricabile intreccio di arterie o vasi sanguigni. La sua importanza riposa sullo scambio di materie del sangue nutrizio fra l'utero materno ed il corpo del germe ed embrione (vedi sopra pag. 171). Questo importantissimo organo non è sviluppato nè nei marsupiali, nè nei monotremi. I placentali si distinguono poi inoltre da queste due sottoclassi ancora per molte altre particolarità, così per esempio per la mancanza delle ossa marsupiali, pel superiore sviluppo degli organi sessuali interni e per un più perfetto sviluppo del cervello, sopratutto del così detto corpo calloso (*corpus callosum*), il quale collega fra loro a mo' di commessura o ponte trasversale i due grandi emisferi del cervello. Manca eziandio ai placentali quel particolare processo uncinato della mandibola, il quale distingue i marsupiali. Come sotto questi rapporti anatomici i marsupiali tengono il mezzo fra i monotremi ed i placentali lo mostra il precedente specchietto dei principali caratteri di queste tre sottoclassi (pag. 380).

I placentali sono molto più variamente differenziati e perfezionati che non i marsupiali, e perciò li si è divisi da lungo tempo in una quantità di ordini, che si distinguono sopratutto per la struttura della dentatura e del piede. Per solito nei trattati di zoologia si annoverano ora 10-12 di tali ordini, mentre si riuniscono tutti i marsupiali in un solo ordine e così pure i monotremi. Tuttavia per le grandiose scoperte paleontologiche dei due ultimi decenni le nostre idee sul numero, estensione e parentela di questi ordini, come del resto sul sistema dei placentali in generale, sono state trasformate a fondo. Le ricerche del Rütimeyer sulla fauna delle palafitte, e specialmente sulla filogenesi degli ungulati, la scoperta fatta in Grecia (presso Pikermi e Maratona) dal Gaudry di una fauna miocenica di mammiferi placentali di una ricchezza sorprendente, e quella, fatta dal Filhol, di una fauna eocenica, ancora più importante nel sud-ovest della Francia (presso Quercy), come pure molti minori lavori di altri meritevolissimi paleontologi in Inghilterra, Germania, Francia e Italia, ci hanno insegnato in modo indubbio che l'Europa durante l'epoca terziaria era densamente popolata di una abbondanza di diverse specie di mammiferi, che sorpassa quella delle più ricche località tropicali dell'età presente. Ancor più sostanzialmente venne però modificato il sistema dei placentali dalle sorprendenti scoperte con cui nell'ultimo decennio i due celebri paleontologi del Nord-America Cope e Marsh arricchirono la filogenesi dei mammiferi. Le loro ammirevoli ricerche misero colà alla luce un nuovo mondo di ungulati, carnivori ed altri placentali terziari, in parte rappresentanti di ordini affatto nuovi a fronte dei quali la nostra fauna vivente d'oggidì non appare più che come un debole resto. Avuto riguardo al numero ed alla varietà delle specie estinte, alla grandezza ed all'aspetto fantastico di molte forme, alla divergenza dei gruppi maggiori e minori, sopratutto però all'importanza dei loro rapporti filogenetici, spetta a questa fauna terziaria di placentali nell'epoca dei mammiferi una posizione altrettanto preponderante quanto ai saurii mesozoici nell' « epoca dei rettili ».

Dobbiamo ancora rilevare qui specialmente la rara completezza con cui si giunse a mettere insieme la collezione di molti di questi resti terziari di placentali. Grazie alla grande quantità degli scheletri spesso fluitati insieme ed alla buona conservazione delle parti ossee, di molti di questi ungulati e carnivori da gran tempo estinti noi conosciamo l'impalcatura ossea così completamente come di quelli che ci sono contemporanei. Sopratutto però è stato possibile in molti casi di stabilire anche così

completamente tutta la serie dei progenitori, e il diretto nesso filogenetico dei generi che son nati l'uno dall'altro da avere concretamente davanti agli occhi un completo albero genealogico, così pel cavallo, detto a buon diritto il cavallo di parata della moderna filogenesi basata sulla paleontologia. Ciò che gli avversari della teoria della discendenza dubitavano persino che fosse possibile, ciò che i cauti esigevano, ciò che però il più delle volte per la nota « incompletezza dei resoconti paleontologici della creazione » non si poteva disgraziatamente ottenere, una serie continuata di antenati fossili di animali viventi, ciò per molti gruppi di placentali è qui divenuto una soddisfacentissima realtà.

Naturalmente anche i più completi ritrovamenti paleontologici non arrivano mai a darci un'idea al tutto soddisfacente dell'organizzazione di animali estinti; infatti per solito è solo lo scheletro che può venir conservato allo stato fossile, e sulla natura di altre parti, per esempio del cervello, dei muscoli, ecc. noi non possiamo fare che conclusioni incomplete in base alla forma dell'impalcatura ossea. Con ciò noi non apprendiamo nulla sulla conformazione della maggior parte e delle più importanti delle parti molli (per esempio del cuore, degli intestini, della placenta, ecc.). Ma fortunatamente nei mammiferi appunto la struttura delle parti dure scheletriche ha una tale importanza pel riconoscimento delle affinità naturali, che noi possiamo con sicurezza distribuire i placentali fossili dell'età terziaria nel nuovo sistema dei mammiferi. Le diversità nella struttura delle più importanti parti scheletriche, del cranio e della dentatura da un lato, e delle estremità dall'altro mi appaiono così importanti in questa grande sottoclasse di mammiferi, che io distinguo qui non meno di venti ordini di placentali. Essi si possono a loro volta raggruppare in sei « ordini primari » maggiori o legioni (vedi pag. 388). Fra questi gli sdentati (*edentata*) ed i cetacei veri (*cetomorpha*) stanno all'infimo gradino; gli erbivori ungulati (*ungulata*) e rosicanti (*rodentia*) occupano un posto medio, ed i predatori generalmente carnivori (*carnassia*) e sovr'essi i primati (*primates*) stanno alla sommità.

L'importante questione del nesso filogenetico di queste « legioni », cioè delle grandi sezioni dei placentali, è difficile da risolvere. Mentre sulla discendenza dei gruppi di forme entro i limiti di ogni ordine e il più delle volte anche sulla affinità degli ordini di una legione possiamo farci dei concetti abbastanza soddisfacenti, le antichissime radici di questi ultimi sono ancora sepolte nell'oscurità. Una parte dei zoologi intende il gruppo dei placentali monofileticamente, cioè ritiene che la placenta non si sia prodotta che una sol volta dall'allantoide, in un sol gruppo di marsupiali, e che perciò l'antichissimo placentale primitivo (proplacentale) così nato sia diventato il progenitore comune di tutti gli altri. L'altra parte dei zoologi propende di più verso il concetto polifiletico, che quell'importante processo, la trasformazione dell'allantoide nella placenta, si sia ripetuto più volte e che perciò più gruppi-stipiti di placentali siano nati da più serie diverse di antenati marsupiali. Per entrambe queste opposte ipotesi si possono addurre delle ragioni, tuttavia l'ultima sembra pel momento più verosimile.

Finora sventuratamente la paleontologia non ci dà su ciò alcuna informazione sicura. Del periodo cretaceo in cui cade verosimilmente l'origine della stirpe dei marsupiali non ci son noti finora che pochissimi ed insignificanti resti di marsupiali.

La dentatura dei proplacentali, cioè delle più antiche forme-stipiti di tutti i placentali, risultava verosimilmente da denti molto numerosi ed uniformi, di figura semplice, conica-allungata, i quali non venivano ricambiati; essa rassomigliava alla dentatura che noi troviamo ancora oggidì nei cingolati e nei delfini, come pure in

antichi rettili (lucertole) e come noi dobbiamo anche presupporla nei promammali e nelle forme-stipiti dei marsupiali. Da questo sistema dentario primitivo si sviluppò poi più tardi una determinata composizione di dentatura, che è molto caratteristica e che incontriamo per la prima volta al principio dell'età terziaria. Questa « dentatura tipica di placentale », da cui si possono derivare tutte le diverse forme di dentatura dei placentali (eccettuati gli sdentati e cetacei) risulta di 44 denti, cioè su ogni metà di mascella 3 incisivi, 1 canino, 4 premolari e 3 molari (formola dentaria: $\frac{3.1.4.3}{3.1.4.3}$). Poichè noi troviamo questa formola tipica di dentatura già al principio del periodo eocenico tanto nei più antichi carnivori, che nei più antichi erbivori, ci è lecito ammettere che essa fosse trasmessa in eredità da un'antichissima forma di placentale (forse appartenente ancora al periodo cretaceo) ai diversi ordini di questa sottoclasse. Le differenze delle quattro sorta di denti (dapprima appena percettibili) col differenziarsi della dentatura si fecero sempre più spiccate e nello stesso tempo il numero dei denti andò man mano riducendosi.

Come residuo di un antichissimo gruppo di placentali noi consideriamo dapprima la legione degli sdentati (*edentata*). La dentatura conserva qui la già ricordata semplicissima forma che è propria dei rettili, ora pochi, ora numerosissimi (circa cento) denti a bastoncino, uniformi, senza vera radice; in parecchi di essi (formichieri) essi si sono affatto perduti (come nell'echidna). Anche pel grado inferiore dello sviluppo del cervello e per lo speciale rivestimento cutaceo (scaglie dei pangolini, corazza ossea dei cingolati) gli sdentati ricordano ripetutamente i rettili. Questa legione comprende due ordini molto differenti, che forse non sono prossimi parenti, gli scavatori ed i tardigradi. L'ordine degli scavatori (*effodientia*) risulta dai due sottordini dei formichieri (*vermilinguia*), cui appartengono anche i pangolini, e dai cingolati (*cingulata*), che erano rappresentati anticamente dai giganteschi gliptodonti. L'ordine dei tardigradi (*bradypoda*) risulta dai due sottordini dei piccoli tardigradi (*tardigrada*) tuttora viventi e dai massicci, tardigradi giganti (*gravigrada*) omai estinti. Gli enormi resti fossili di questi colossali fitofagi mostrano che tutta questa legione è sulla via dell'estinzione. Le strette affinità che hanno gli sdentati ancor oggidì viventi nel Sud-America colle gigantesche forme estinte che si trovano nella stessa parte della terra fecero su Darwin nella sua prima visita all'America del Sud una tale impressione, che esse già allora fecero sorgere in lui il pensiero fondamentale della teoria della discendenza (v. sopra, pag. 75). Del resto la genealogia di questa rimarchevole legione offre appunto una speciale difficoltà.

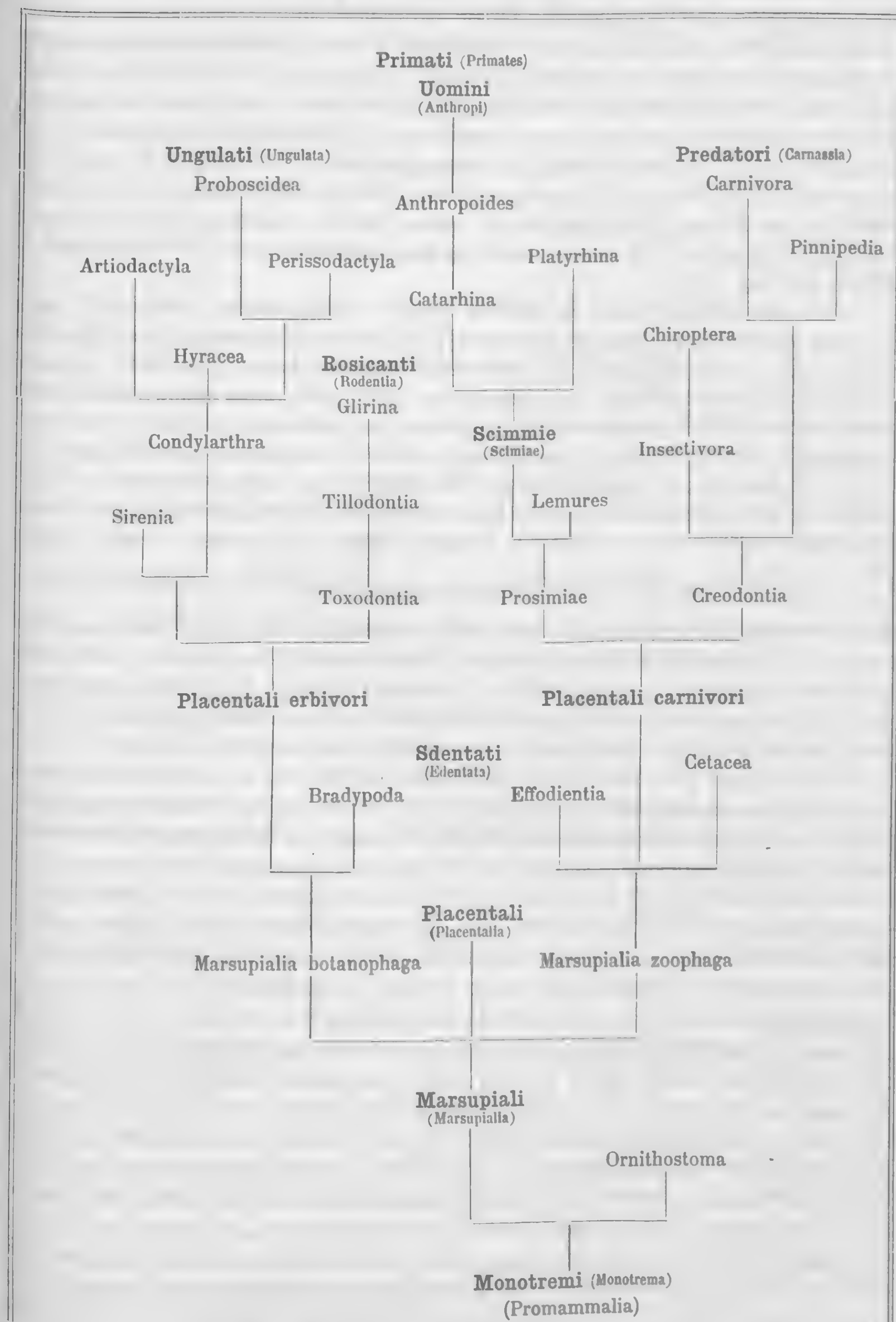
Un'altra legione, parimente antichissima e molto isolata di placentali, è costituita dai cetomorfi (*cetomorpha*), spesso detti anche mammiferi pisciformi o, inesattamente, « cetacei ». Pel loro aspetto di pesce questi abitatori dell'acqua vennero dapprima annoverati fra i pesci. Frattanto questa rassomiglianza coi pesci riposa sulla convergenza ed è prodotta dall'adattamento ad eguale modo di vita. È affatto certo che tutti i cetamorfi son nati da placentali quadrupedi che vissero sulla terraferma (verosimilmente nell'epoca cretacea). Questa discendenza però è doppia, perchè i due ordini di questa legione, i cetacei ed i sirenidi, sebbene all'esterno siano estremamente simili, tuttavia nell'intima struttura sono essenzialmente diversi; anche la loro rassomiglianza riposa sulla convergenza.

La gran massa dei cetomorfi appartiene all'ordine dei carnivori (*cetacea*). Numerosi generi e specie di questi vivono ancora oggidì in tutti i mari, alcuni anche in

Specchio sistematico delle 9 legioni e dei 30 ordini di Mammiferi.

LEGIONI	ORDINI DI MAMMIFERI	ESEMPI DI GENERI
I. MONOTREMI (Monotrema)	1. Promammali (Promammalia) †	Prototherium
	2. Ornitostomi (Ornithostoma)	Ornithorhynchus
II. MARSUPIALI CARNIVORI (Zoophaga)	3. Prodidelfi (Prodidelphia) †	Phascolotherium
	4. Edentuli (Edentula)	Tarsipes
	5. Creofagi (Creophaga)	Thylacinus
	6. Pedimani (Pedimana)	Didelphys
III. MARSUPIALI ERBIVORI (Phytophaga)	7. Carpofagi (Carpophaga)	Phalangista
	8. Rizofagi (Rhizophaga)	Phascolomys
	9. Baripodi (Baripoda)	Diprotodon
	10. Macropodi (Macropoda)	Halmaturus
IV. SDENTATI (Edentata)	11. Scavatori (Effodientia)	Dasypus
	12. Bradipi (Bradypoda)	Bradypus
V. CETOMORFI (Cetomorpha)	13. Cetacei (Cetacea)	Delphinus
	14. Sirenii (Sirenia)	Halicore
VI. UNGULATI (Ungulata)	15. Condilartri (Condylarthra) †	Phenacodus
	16. Perissodattili (Perissodactyla)	Equus
	17. Artiodattili (Artiodactyla)	Sus
	18. Proboscidati (Proboscidea)	Elephas
	19. Iracei (Hyracea)	Hyrax
VII. ROSICANTI (Rodentia)	20. Tillodonti (Tillodontia) †	Tillotherium
	21. Toxodonti (Toxodontia) †	Toxodon
	22. Glirini (Glirina)	Sciurus
VIII. PREDATORI (Carnassia)	23. Creodonti (Creodontia) †	Lepictis
	24. Insettivori (Insectivora)	Erinaceus
	25. Carnivori (Carnivora)	Canis
	26. Pinnipedi (Pinnipedia)	Phoca
IX. PRIMATI (Primates)	27. Proscimmie (Prosimiae)	Lemur
	28. Chirotteri (Chiroptera)	Vespertilio
	29. Scimmie (Simiae)	Gorilla
	30. Uomini (Anthropi)	Homo

Albero genealogico dei Mammiferi.



fiumi (per esempio il « delfino del Gange »). Noi consideriamo come gruppo-stipite di quest'ordine il sott'ordine dei cetacei dentati o delfini (*denticete*). Per solito essi hanno alle loro mascelle numerosi e piccoli denti uniformi, di semplice forma conica (come i cingolati). Essi discendono verosimilmente da un antichissimo gruppo-stipite di placentali che viveva già nell'età secondaria. Dal gruppo dei delfini si sono svolti come rami divergenti due sott'ordini primari, da un lato i zeuglodonti (*zeuglocete*), dall'altro i giganteschi cetacei a fanoni (*mysticete*). A questi ultimi appartengono i più grandi fra tutti gli animali viventi, le balene gigantesche (*Megaptera*), le quali raggiungono oltre a 100 piedi di lunghezza. Invece di denti essi hanno nella bocca i noti fanoni, da cui si trae il così detto osso di balena. Ma i loro embrioni, a testimonianza della loro origine, portano ancora, inclusi nella mandibola, i resti dei piccoli denti da delfino (cfr. pag. 19).

Affatto altra origine hanno le erbivore sirene o vacche marine (*sirenia*). Di quest'ordine non vivono più oggi che due generi (*Halicore* nell'Oceano indiano e *Manatus* nell'Atlantico); entrambi forniti di pochi denti. Entrambi hanno (come tutti i cetacei) un corpo pisciforme affusato, con pelle spessa, quasi nuda, larga pinna caudale orizzontale ed un paio di pinne toraciche a cinque dita (estremità anteriori). Per contro le estremità posteriori (pinne ventrali) sono andate perdute e non hanno lasciato che un paio di ossa interne come rudimento. Ma alcune sirene dell'antico eocene (*Prorastomus* ed altre) possedevano ancora bene sviluppate estremità posteriori con cinque dita. Queste sirene avevano anche la tipica dentatura dei placentali, con 44 denti. $\left(\frac{3\,.\,1\,.\,4\,.\,3}{3\,.\,1\,.\,4\,.\,3}\right.$, cfr. pag. 387). Poichè queste sirene erbivore nella struttura del cranio e della dentatura tipica sembrano essere strettissimamente affini ai più antichi ungulati eocenici, è certamente indubitato che esse discendono realmente da questi. Così i cetomorfi costituiscono un gruppo difiletico; i carnivori cetacei e le erbivore sirene sono due stirpi indipendenti, nate da gruppi affatto diversi di placentali quadrupedi e terragnoli per adattamento a condizioni di vita uguali e simili a quelle dei pesci.

Uno dei gruppi più importanti e più estesi è costituito fra i placentali dalla grande legione degli animali a zoccolo (*ungulata*). Per vari rispetti essi sono fra i più interessanti mammiferi, e mostrano chiaramente che una vera intelligenza delle parentele naturali degli animali non possiamo mai ottenerla col sòlo studio delle forme tuttora viventi, ma sempre solo tenendo uguale conto dei loro parenti estinti e pietrificati. Se, come avviene per solito, si tiene conto dei soli ungulati viventi, allora appare naturalissimo dividerli in tre ordini affatto differenti, cioè: 1° i cavalli o solidunguli (*solidungula* od *equina*); 2° i ruminanti o bisulci (*bisulca* o *ruminantia*); 3° i pachidermi o multunguli (*multungula* o *pachyderma*). Subitochè però si prendano inoltre in considerazione gli ungulati estinti dell'età terziaria, dei quali noi possediamo molto numerosi ed importanti resti, allora si vede subito che quella divisione, e sopratutto la delimitazione dei pachidermi, è affatto artificiale. Infatti quei tre gruppi non sono che rami staccati dall'albero genealogico degli ungulati, i quali rami per mezzo di estinte forme intermedie sono intimamente connessi. Una metà dei pachidermi: rinoceronte, tapiro e paleonterii, si mostrano strettissimamente affini ai cavalli, e, come quelli, hanno piedi a dita impari. Invece l'altra metà dei pachidermi, porci, ippopotami ed anoploterii, sono, per i loro piedi a dita pari, molto più strettamente collegati coi ruminanti che non coi primi. Noi dobbiamo dunque distinguere dapprima fra gli ungulati due gruppi primari naturali, cioè, due ordini degli *artiodactyla* (a dita pari) e *perissodactyla*

Genealogia dei Cavalli.

GENERE DEI CAVALLI	STRATO TERZIARIO	ESTREMITÀ ANTERIORE	ESTREMITÀ POSTERIORE
Cavallo vivente (Equus)	**Epoca presente e quaternaria**	Un dito	Un dito
Cavallo del pliocene superiore (Pliohippus)	**Pliocene superiore**	Un dito principale e due secondari	Un dito e due rudimenti
Cavallo del pliocene inferiore (Protohippus) Hipparion	**Pliocene inferiore**	Un dito principale e due secondari	Un dito principale e due secondari
Cavallo del miocene superiore (Miohippus) Anchitherium	**Miocene superiore**	Tre dita, il mediano più grosso	Tre dita, il mediano più grosso
Cavallo del miocene inferiore (Mesohippus)	**Miocene inferiore**	Tre dita ed un rudimento	Tre dita
Cavallo dell'eocene superiore (Orohippus)	**Eocene superiore**	Quattro dita	Tre dita
Cavallo primitivo (forma-stipite dei cavalli) (Eohippus)	**Eocene medio**	Quattro dita ed un rudimento	Tre dita
Forma-stipite della stirpe dei cavalli (Hyracotherium)	**Eocene inferiore**	Cinque dita il mediano più grosso	Tre dita ed un rudimento
Forma-stipite di tutti i perissodattili (Coryphodon)	**Eocene infimo**	Cinque dita il mediano un poco maggiore	Cinque dita il mediano un poco maggiore
Precursore dei perissodattili (Phenacodus)	**Eocene infimo** (o cretaceo?)	Cinque dita quasi uguali	Cinque dita quasi uguali

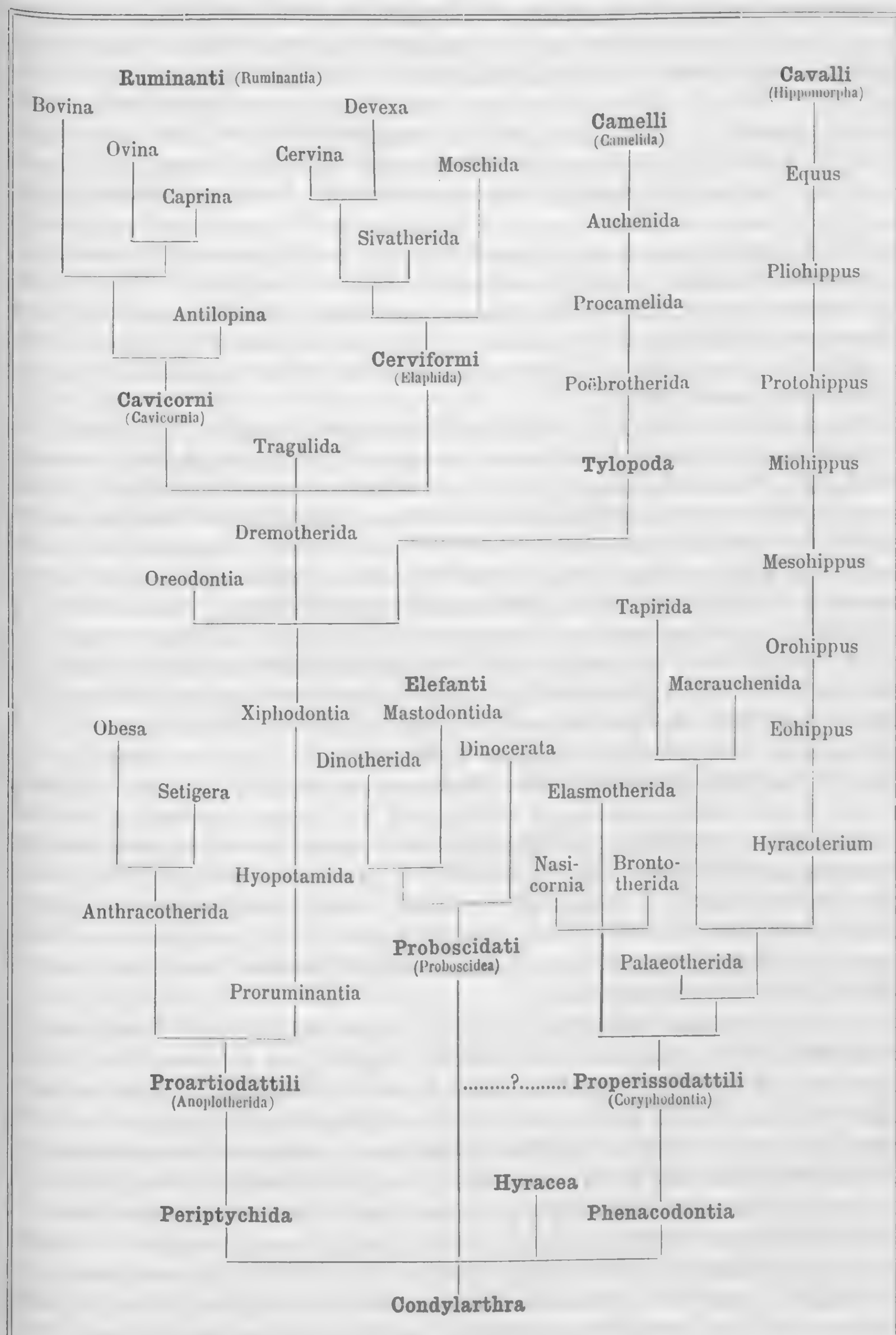
Questa tabella mostra come il piede *monodattile* (ad un sòlo dito) dei moderni cavalli è nato per riduzione del piede *tridattile* dei cavalli miocenici e questo dal piede *pentadattile* dei più antichi perissodattili eocenici. Tutti gli stati intermedi furono trovati allo stato fossile nell'America del Nord.

Specchio sistematico degli ordini e famiglie degli Ungulati (Ungulata).

ORDINI		SEZIONI	FAMIGLIE	NOME SISTEMATICO
I. CONDYLARTHRA		1. Phenacodontida.	Progenitori dei perissodattili	Phenacodon † Anacodon †
		2. Periptychida . .	Progenitori degli articolati	Periptychus † Zetodon †
II. PERISSODACTYLA	II A. Brontotapiri	3. Protapiri	Properissodattili . . .	Coryphodontia †
			Lofiodonti	Lophiodontia †
		4. Nasicornia	Brontoterii	Brontotherida †
			Rinoceronti	Rhinocerata
	II B. Hippotapiri	5. Tapiromorpha .	Paleoterii	Palaeotherida †
			Tapiri	Tapirida
		6. Hippomorpha . .	Cavalli intermedii . .	Anchitherida †
			Cavalli	Equina
III. ARTIODACTYLA	III A. Choeromorpha o Bunodontia	7. Setigera	Proartiodattili	Anoplotherida †
			Prosuini	Anthracotherida †
			Suini	Suillida
		8. Obesa	Cheropotamidi	Choeropotamida †
			Ippopotami	Hippopotamida
	III B. Ruminantia o Selenodontia	9. Proruminantia .	Oreodonti	Hyopotamida †
			Dremoterii	Dremotherida †
			Cervi muschiati . . .	Tragulida
		10. Tylopoda	Camelli primitivi . .	Poëbrotherida †
			Camelli antichi . . .	Procamelida †
			Lamas	Auchenida
			Camelli	Camelida
		11. Elaphida	Moschi	Moschida
			Cervi	Cervina
			Giraffe	Devexa
		12. Cavicornia . . .	Gazzelle	Antilopina
			Capre	Caprina
			Pecore	Ovina
			Bovini	Bovina
IV. PROBOSCIDEA		13. Dinocerata . . .	Dinoceri	Dinoceras
		14. Dinotherida . . .	Dinoterii	Dinotherium
		15. Elephantida . . .	Elefanti	Elephas
V. HYRACEA		16. Lamnungia . . .	Damani	Hyrax

Le famiglie estinte sono designate con una †

Albero genealogico degli Ungulati.



(a dita impari); entrambi si sono svolti come due rami divergenti dal gruppo-stipite degli ungulati primitivi (*condylarthra*) dell'antico terziario. Dallo stesso gruppo-stipite si sono inoltre sviluppati ancora due altri interessanti ordini che si avvicinano ai rosicanti, cioè i platiunguli (*hyracea*) ed i proboscidati (*proboscidea*); a questi ultimi appartengono i dinoceras, i dinoteri e gli elefanti. Grazie ai grandiosi progressi paleontologici dell'ultimo decennio noi possiamo ora scorgere in modo molto chiaro i rapporti di parentela di questi cinque ordini di ungulati e delle loro numerose famiglie.

Noi consideriamo come gruppo-stipite comune di tutti gli ungulati gli ungulati primitivi o protungulati (*condylarthra* o *protungulata*). Questi antichissimi ungulati scoperti nell'eocene del Nord-America si rannodano per la struttura dello scheletro e delle estremità, del cranio e della dentatura ai più antichi placentali di altri ordini (sopratutto ai carnivori) più strettamente che ai rimanenti ungulati. Lo stesso si dica pei loro piedi pentadattili, le cui dita hanno uno sviluppo abbastanza uniforme. Verosimilmente gli altri ungulati si sono svolti come quattro stirpi divergenti da questo antichissimo gruppo-stipite. I *periptychida* conducono agli *artiodactyla*, ed i *phenacodontida* ai *perissodactyla*.

L'ordine dei perissodattili (*perissodactyla*) comprende quegli ungulati in cui il dito medio (o terzo) del piede è più fortemente sviluppato dei rimanenti, cosicchè esso segna realmente la linea mediana del piede. I perissodattili si possono distinguere anzitutto in due sottordini, nella stirpe dei rinoceronti ed in quella dei cavalli. La stirpe dei rinoceronti può anch'essa essere detta sezione dei tapiri primitivi (*brontotapiri*). A questa appartengono gli antichissimi stipiti primitivi comuni a tutti i perissodattili, i *coryphodontia*, i quali si trovano già pietrificati nei più antichi strati eocenici. Ad essa si rannoda il gruppo dei nasicorni (*nasicornia*). Oltre al vivente *Rhinoceros* appartengono a questi le notevoli famiglie estinte dei *Brontotherida* ed *Elasmotherida*. Il secondo sott'ordine dei perissodattili è costituito dalla stirpe dei cavalli, gli *hippotapiri*. Essa comprende a sua volta due gruppi strettamente affini (pag. 392).

Possono considerarsi come gruppo-stipite comune dei tapiri e cavalli (in largo senso) i *paleoterii* eocenici. Da questi si sono svolti da un lato i tapiri, dall'altro i cavalli. Uno speciale interesse per la filogenesi ha l'albero genealogico dei cavalli, poichè lo si può stabilire in modo singolarmente completo, passo per passo, mediante numerosi fossili probatori, come mostra la tabella a pag. 391. Fra l'antichissimo *Coryphodon* eocenico, che era pentadattile, sino ai moderni cavalli monodattili, tutte le forme intermedie sono state trovate fossili in America. Ciò è tanto più interessante in quanto che, come è noto, all'epoca della scoperta dell'America il cavallo in questa sua patria primitiva si era già estinto.

La seconda gran sezione degli ungulati, l'ordine degli artiodattili (*artiodactyla*) comprende quegli ungulati nei quali il terzo (mediano) ed il quarto dito del piede hanno uno sviluppo quasi uguale, cosicchè il piano di divisione fra di essi segna la linea mediana del piede intero. Essa si divide nei due sott'ordini dei cheromorfii e dei ruminanti. I *chaeromorpha* (fossili sul tipo dei suini) si chiamano anche *bunodontia*. Ad essi appartiene dapprima l'altro ramo degli ungulati primitivi, gli *anoploterii*, che noi consideriamo come la forma-stipite comune di tutti gli artiodattili (*Dichobune*, ecc.). Dagli anoploterii nacquero, come due rami divergenti, da un lato i prosuini od antracoterii, che conducono ai porci ed agli ippopotami; dall'altro lato i proruminanti, che conducono ai ruminanti (*selenodontia*). Gli *hyopotamidi* e *xifodonti* sono i più antichi ruminanti; ad essi si rannodano dapprima i cervi primitivi o dremoterii, a cui fra le

forme viventi stan più vicino di tutti i tragulidi, e da cui forse si sono sviluppati, come due rami divergenti, i cerviformi (*elaphia*) ed i cavicorni (*cavicornia*). Un curioso ramo laterale dei cervi è quello delle giraffe. La genealogia dei cavicorni è nota molto completamente. Dal gruppo-stipite delle antilopi si sono sviluppate da un lato le capre e le loro affini pecore, dall'altro le bovine. Un singolarissimo ramo laterale staccatosi già dalla radice del tronco dei ruminanti è quello dei cameliformi (*tylopoda*), il cui albero genealogico, dai poeboterii in su, si può seguire passo per passo come pei cavalli. Come queste numerose famiglie degli ungulati si raggruppino secondo la nostra ipotesi genealogica lo mostra la tabella sistematica della pag. 392 ed il corrispondente albero genealogico (pag. 393).

Uno speciale rimarchevolissimo ordine di ungulati è costituito dagli elefanti e da una quantità di giganteschi animali estinti loro affini; esso è detto ordinariamente ordine dei proboscidati (*proboscidea*), perchè essi hanno per solito una lunga tromba. Anche questo ordine ha verosimilmente la sua più prossima radice nei corifodonti e più in là nei loro progenitori i fenacodonti. Le estremità di tutti questi proboscidati si sviluppano in una via essenzialmente diversa da quelle a lunghe dita degli artiodattili e perissodattili, che hanno femori ed omeri brevi. Qui al contrario questi sono lunghi e invece i piedi sono brevi, generalmente con cinque brevi dita ugualmente sviluppate. I nostri moderni elefanti, che al presente sono così isolati, discendono dagli estinti mastodonti miocenici. Un altro ramo è costituito dai notevoli dinoterii. Probabilmente appartengono alla stessa stirpe anche i *dinocerata*, animali del Nord-America, simili ad elefanti, i quali sul pesante corpo portavano tre paia di grosse corna.

Pochissimo ci è noto dei progenitori e delle affinità dei platinguli (*hyracea* o *lamnungia*). Questi piccoli ungulati dal fitto pelame, simili a conigli, rassomigliano nel complesso dello scheletro ai proungulati, nella conformazione del piede ai tapiri e nella struttura dei molari al rinoceronte. Per la mancanza di canini e per gli incisivi a scalpello essi si rannodano ai rosicanti. Come i proboscidati, anche gli iracei si accostano già molto a questi ultimi e possono essere considerati come discendenti di quel-l'antichissimo gruppo di placentali, dal quale son nati da una parte gli ungulati, dall'altra i rosicanti.

La legione dei rosicanti (*rodentia*) forma al presente il gruppo di gran lunga più esteso dei mammiferi, tanto pel numero delle specie e dei generi viventi, quanto per la quantità degli individui. Però tutti i rosicanti viventi non differiscono che pochissimo tra loro nell'essenziale dell'interna struttura ed appaiono solo come molteplici variazioni di uno stesso tema. La dentatura specialmente mostra dappertutto la stessa forma caratteristica: sopra e sotto un paio di incisivi a scalpello senza radice, specialmente adatti a rodere le parti dure delle piante; all'indietro, separati da una grande lacuna, alcuni pochi e grandi molari dallo smalto pieghettato; nessun canino. Una dentatura simile a quella dei moderni glirina possiedono anche due interessanti ordini estinti di rosicanti, i tilloterii (*tillodontia*) ed i toxoterii (*toxodontia*). I tillodonti, fossili dell'eocene del Nord-America, avevano la forma e la statura d'un tapiro; i toxodonti, fossili nel diluvium del Sud-America, rassomigliavano piuttosto ad un rinoceronte. Entrambi questi ordini riuniscono in sè caratteri dei moderni rosicanti (*glirina*), degli ungulati (*condylarthra*) e degli sdentati (*edentata*). Noi li possiamo quindi considerare come germogli radicali di quella stessa antica stirpe di placentali, da cui sono sôrti da un lato gli ungulati e dall'altro i rosicanti.

Nella stessa guisa che noi possiamo ricondurre questi grandi gruppi primari di

placentali fitofagi ad un'antichissima forma-stipite comune, che apparteneva verosimilmente al periodo cretaceo, ciò è anche possibile, d'altra parte, per la ricca stirpe dei placentali zoofagi o carnivori nel più ampio senso (*carnassia*). In questa grande legione noi riuniamo quattro ordini strettamente affini: gli antichissimi procarnivori (*creodontia*) da gran tempo estinti, i piccoli insettivori (*insectivora*), i grandi carnivori (*carnivora*) ed i carnivori marini o foche (*pinnipedia*). Di queste quattro legioni la prima è da considerare come il gruppo-stipite comune, da cui si sono svolte gradatamente le tre ultime.

L'ordine-stipite dei procarnivori (*creodonta*) ci è stato recentemente reso più noto per numerose specie eoceniche dell'Europa e del Nord-America; esse vennero scoperte sopratutto da Cope e da Filhol e sono distribuite in cinque diverse famiglie. Alcune di queste, gli antichissimi *arctocinida* (cani-orsi) si rannodano ancora strettamente ai carnivori marsupiali (*creophaga*, pag. 384); altre (*leptitida*) fanno il passaggio ai moderni insettivori (i centetidi); altre ancora (per esempio i sinoploterii, grandi come orsi), sembrano strettamente affini ai più antichi carnivori (orsi). In complesso tutti questi creodonti si distinguono per mostrare poco spiegato il carattere di carnivoro, mentre essi, d'altronde, stanno vicini tanto ai marsupiali carnivori, quanto anche alle più antiche forme-stipiti degli ungulati e dei rosicanti. Essi rispondono dunque completamente ai requisiti che deve avere il più antico gruppo-stipite comune di tutti i carnivori. I creodonti erano plantigradi pesanti, con piedi piatti a cinque dita e con la completa dentatura tipica dei placentali (pag. 387); i 44 denti erano molto meno differenziati che negli altri carnassii.

L'ordine degli insettivori (*insectivora*) si rannoda nel modo più stretto ai creodonti loro progenitori e da questi hanno ereditato molti caratteri d'inferiorità nella struttura. Fra i carnassii viventi oggidì esso sembra filogeneticamente il più antico; sopratutto il riccio ha conservato fedelmente molti caratteri di organizzazione inferiore e primitiva. Anche i topo-ragni e le talpe rimangono ad un basso livello e tutti sono plantigradi con piedi piatti a cinque dita ed i più si segnalano per la completa dentatura di placentale, con piccoli canini e molti molari a punte acuminate.

Molto più numeroso e svariato è l'ordine dei carnivori propriamente detti (*carnivora*), cioè dei predatori terrestri in stretto senso. In questi la dentatura da carnivoro si differenzia in guisa molto caratteristica, distinguendosi nettamente davanti i 4 grossi canini, dietro però 4 particolari denti laceratori o ferini (uno in ogni mezza mascella). Questo dente ferino è un molare specialmente sviluppato, la cui corona grande e ad angoli taglienti, generalmente dentellata, si è specialmente adattata per lacerare la carne. Quanto più schiettamente si è esplicato il carattere di carnivoro (come è sopratutto per gli elevati felini), tanto più grandi sono relativamente i canini ed i ferini, tanto più deboli gli altri denti. Viceversa quanto meno è espresso il carattere di carnivoro, tanto meno sono differenziati questi otto denti principali, tanto più uniformi son tutti i denti; così è sopratutto nella famiglia degli orsi, che si rannoda strettamente al gruppo-stipite dei creodonti. Da un antichissimo gruppo-stipite comune che stava in mezzo fra gli orsi, i cani e le viverre si sono sviluppate divergentemente le diverse famiglie dei moderni carnivori; numerosi fossili terziari spiegano la loro filogenesi. Di pari passo col differenziamento della dentatura procedeva la modificazione del piede pentadattile; quanto più rapido divenne il corso dei carnivori, tanto più divennero snelle le loro gambe e piccoli i loro piedi. Dagli antichi plantigradi (orsi) nacquero dei semiplantigradi (viverre) e da queste dei veri digitigradi (cani e gatti).

L'ordine che più si è differenziato dalla stirpe dei carnivori è il quarto ed ultimo, quello dei carnivori marini o foche (*pinnipedia*). Ad esso appartengono gli orsi marini, leoni marini, cani marini e la linea laterale dei trichechi segnalati dal loro speciale adattamento. Sebbene i carnivori marini esternamente siano molto dissimili dai carnivori terrestri, essi tuttavia per la loro interna struttura, la loro dentatura e la particolare placenta zonare sono ad essi strettamente affini e son nati manifestamente dallo stesso tronco. I loro antichi precursori son da cercarsi fra i creodonti, i loro più prossimi parenti forse fra i mustelini. Ancora oggidì fra questi ultimi le lontre (*Lutra*) e ancor più le lontre marine (*Enhydris*) costituiscono una diretta forma di passaggio ai pinnipedi e ci mostrano chiaramente come il corpo dei carnivori terrestri, per adattamento alla vita acquatica, venga ad assumere la forma di foca, e come dalle zampe camminatrici dei primi siano nate le pinne dei carnivori marini. Nello stesso modo, per adattamento all'ittiofagia, la dentatura ha subito peculiari modificazioni.

Al vertice di tutti i mammiferi, e perciò anche al vertice del regno animale, sta l'ultimo e più elevato gruppo dei placentali, la legione dei primati (*primates*). Sotto questo nome riunì già Linneo, più di un secolo fa, i quattro gruppi dei pipistrelli, delle proscimmie, delle scimmie e dell'uomo (*Vespertilio*, *Lemur*, *Simia*, *Homo*). Tutti quattro questi ordini concordano in una quantità di particolari caratteri anatomici, pei quali essi si distinguono da tutti gli altri placentali. Noi concludiamo da ciò che tutti i placentali sono sòrti da uno stesso stipite; la radice di questo è forse da cercarsi nei creodonti, nello stesso antichissimo gruppo di placentali da cui sono nati i carnivori. Anche gli insettivori, ultimo ordine di essi mostrano ancora molti stretti rapporti coi primati, sopratutto coi pipistrelli (*chiroptera*) e colle proscimmie (*prosimiae*). D'altro lato queste ultime sono strettamente collegate colle scimmie (*simiae*), dalla cui stirpe, già durante l'età terziaria, si sono svolti gli uomini (*anthropi*).

Le proscimmie (*prosimiae*) o lemuri (*lemurina*) venivano dapprima riuniti generalmente colle scimmie in uno stesso ordine, che si designava con Blumenbach col nome di quadrumani (*quadrumana*). Frattanto già nella *Morfologia generale* (1866) io le ho divise affatto da questi, non solo perchè esse son molto più aberranti da tutte le scimmie, che non le diverse scimmie l'una dall'altra, ma anche perchè esse contengono le più interessanti forme di passaggio ai rimanenti ordini di primati. Io ne concludo che le poche proscimmie tuttora viventi, le quali del certo sono fra loro molto differenti, sono gli ultimi resti sopravviventi di un gruppo-stipite quasi estinto e un di ricco di forme, da cui si sono svolti come rami divergenti una gran parte dei placentali superiori. Lo stesso antico gruppo-stipite delle proscimmie si è verosimilmente svolto da creodonti o da ancor più antichi « proplacentali »; fors'anche però direttamente dai progenitori dei marsupiali a piedi di scimmia (*pedimana*), che loro rassomigliano in modo spiccato nella trasformazione dei loro piedi posteriori in mani prensili. Queste stesse antichissime forme-stipiti (nate verosimilmente nel periodo cretaceo) sono naturalmente estinte da molto tempo, come il più delle forme di passaggio fra esse e gli altri ordini di placentali. Ma alcuni resti di queste ultime si sono conservati nelle tuttora viventi proscimmie. Fra queste il curioso chiromide di Madagascar (*Chiromys madagascariensis*) rappresenta il resto del gruppo dei leptodattili e forma il passaggio ai rosicanti. Il singolare *Galeopithecus* delle isole del Pacifico e di Sunda, l'unico superstite del gruppo dei ptenopleuri, è un perfetto intermediario fra le proscimmie ed i chirotteri. I longipedi (*Tarsius, Otolicnus*) formano l'ultimo resto di un ramo (macrotarsi) che conduce agli insettivori. Finalmente i brachitarsi (dai brevi

piedi) legano colle vere scimmie. Ai brachitarsi appartengono i maki (*Lemur*) dalla lunga coda ed i brevicaudati indri (*Lichanotus*) e lori (*Stenops*), fra i quali sopratutto questi ultimi sembrano rannodarsi molto più strettamente delle altre proscimmie ai supposti progenitori dell'uomo. Tanto i brachitarsi come i macrotarsi vivono molto sparpagliati sulle isole del sud dell'Asia e dell'Africa, sopratutto a Madagascar, alcuni anche sul continente africano. Tutti menano vita solitaria, notturna, e si aggirano rampicando sugli alberi.

Alle proscimmie si connette dapprima il rimarchevole ordine dei mammiferi volanti (*chiroptera*). Esso si è trasformato stranamente per adattamento alla vita aerea nello stesso modo che i carnivori marini per l'adattamento alla vita acquatica. Probabilmente anche quest'ordine ha le sue radici nei creodonti insieme colle proscimmie, colle quali ancora oggidì esso è strettamente connesso per mezzo del *Galeopithecus*. La membrana alare che si estende fra il torace e le estremità ha raggiunto in quest'ordine di mammiferi la sua massima perfezione; accenni ad essa si trovano però anche in altri ordini, nei marsupiali volanti e negli scoiattoli volanti. Dei due sott'ordini dei chirotteri il più antico è forse quello degli insettivori o pipistrelli (*nycterides*); solo più tardi si sono svolti da questi i frugivori o cani volanti (*pterocynes*).

Come ultimo ordine di mammiferi noi avremmo infine da trattare quello delle vere scimmie (*simiae*). Siccome però nella sistematica zoologica quest'ordine è strettamente affine al genere umano e poichè questo storicamente si è indubbiamente svolto da un ramo di quell'ordine, così noi riserveremo la esatta ricerca della sua genealogia e della sua storia per una speciale conferenza. Gli archivi su cui si fonda storicamente questa famosa « origine dell'uomo dalle scimmie » sono gli stessi che in tutte le altre parti della filogenesi, sono le testimonianze dell'anatomia comparata, dell'ontogenesi e della paleontologia. Questi documenti decisivi parlano però in questo importantissimo capitolo della filogenesi in modo molto più chiaro, intelligibile e scevro d'ambiguità che non in molti altri capitoli della nostra scienza.



VENTISETTESIMA CONFERENZA

Genealogia dell'Uomo.

Applicazione della teoria della discendenza all'uomo. — Sua immensa importanza e sua necessità logica. — Posizione dell'uomo nel sistema naturale degli animali, specialmente fra i mammiferi discoplacentali. — Divisione ingiustificata dei quadrumani dai bimani. — Giustificata divisione delle proscimmie dalle scimmie. — Posizione dell'uomo nell'ordine delle scimmie. — Catarrine (scimmie dell'antico continente) e platirrine (scimmie del continente nuovo). — Differenze fra i due gruppi. — Riduzione filogenetica della dentatura. — Origine dell'uomo dalle catarrine. — Uomini-scimmie od antropoidi. — Antropoidi africani (gorilla e scimpanzè). — Antropoidi asiatici (orango e ilobate). — Comparazione delle diverse specie di scimmie e delle diverse razze d'uomini. — Resti fossili di scimmie. — Specchio delle serie dei progenitori dell'uomo (in 25 gradi). — Progenitori invertebrati (9 gradi) e progenitori vertebrati (16 gradi).

Signori!

Di tutte le singole questioni che si risolvono per mezzo della teoria della discendenza, di tutte le conseguenze speciali che noi dobbiamo trarne nessuna ha un'importanza pari a quella dell'applicazione di questa teoria all'uomo stesso. Come io ho rilevato fin dal principio di queste conferenze (pag. 16), dalla legge generale induttiva della teoria della discendenza noi dobbiamo, coll'inesorabile necessità della più stretta logica, trarre la speciale conclusione deduttiva che l'uomo si è sviluppato poco alla volta e gradatamente da vertebrati inferiori e, in ultimo, da mammiferi pitecoidi. Che questa dottrina sia un elemento inseparabile della teoria della discendenza, e perciò anche della teoria generale dell'evoluzione, è cosa riconosciuta da tutti i ragionevoli fautori di essa come pure da tutti quei suoi oppositori che son logici nel trarne le conseguenze.

Se però questa teoria è vera, allora il riconoscimento dell'origine animale e della genealogia del genere umano deve necessariamente influire più profondamente di qualunque altro progresso dello spirito umano sui nostri apprezzamenti riguardo a tutte le umane contingenze ed in primo luogo sull'indirizzo di tutte le nostre scienze. Essa deve presto o tardi provocare un completo rivolgimento in tutto il nostro modo di concepire l'universo. Io ho la ferma convinzione che nell'avvenire si celebrerà questo smisurato progresso delle nostre conoscenze come il principio d'un nuovo periodo dell'evoluzione dell'umanità. Esso non si può paragonare che col passo fatto da Copernico che per la prima volta osò affermare chiaramente che non il sole gira attorno alla terra ma bensì la terra attorno al sole. Nello stesso modo che pel sistema dell'universo di Copernico e dei suoi seguaci fu rovesciato l'*errore geocentrico*, il falso concetto che la terra sia il centro dell'universo, e che tutto il resto del cosmo si muova attorno alla terra, nello stesso modo per l'applicazione, già tentata dal Lamarck, della

teoria della discendenza all'uomo vien rovesciato il *concetto antropocentrico*, l'orgogliosa idea che l'uomo sia il centro della natura terrestre e che essa tutta esista ed operi solo per servire l'uomo. Nella stessa guisa che il sistema copernicano ricevette il suo fondamento meccanico dalla teoria della gravitazione del Newton noi vediamo più tardi la teoria lamarckiana della discendenza ricevere il suo fondamento causale dalla teoria della selezione del Darwin. Nelle mie conferenze « Sull'origine e sulla genealogia del genere umano » io ho più ampiamente sviluppato questo paragone che per parecchi riguardi è molto istruttivo (50).

Ora, per fare coll'indispensabile imparzialità ed obbiettività quest'importantissima applicazione della teoria della discendenza all'uomo, io vi devo pregare anzitutto di liberarvi (almeno per breve tempo) da tutti i soliti e comuni concetti sulla « creazione dell'uomo » e di spogliarvi dei pregiudizi profondamente radicati che ci sono stati inculcati su questo punto fin dalla prima gioventù. Senza far ciò non potete valutare obbiettivamente il valore degli argomenti scientifici che io vi esporrò in favore della origine animale dell'uomo, della sua origine da mammiferi pitecoidi. A tal uopo non possiamo far meglio che di figurarci coll'Huxley di essere abitatori di un altro pianeta i quali, in occasione di un viaggio scientifico per l'universo, siamo venuti sulla terra dove abbiamo trovato sparso in gran quantità sulla sua superficie un curioso mammifero a due gambe chiamato uomo. Per studiarlo zoologicamente noi ne avremo raccolto una quantità di individui di diversa età e presi in diverse regioni e li avremo messi insieme cogli altri animali raccolti sulla terra in una grande botte con alcool, ed ora, dopo il nostro ritorno al pianeta natale, imprendiamo di studiare in modo affatto obbiettivo l'anatomia comparata di questo animale terrestre. Poichè nessun interesse personale ci lega a quest'uomo affatto differente da noi stessi, noi lo studieremo e giudicheremo senza partito preso ed obbiettivamente come faremo per gli altri abitanti della terra. In ciò noi dovremo naturalmente lasciar da parte qualsiasi concetto o supposizione sul « lato spirituale del suo essere » come si dice abitualmente. Piuttosto noi ci occupiamo in primo luogo solo di comprenderlo in quel modo naturale che ci è permesso dalla sua evoluzione.

Evidentemente qui ci conviene dapprima, per determinare esattamente la posizione dell'uomo rispetto agli altri organismi della terra, ricorrere nuovamente all'indispensabile guida del *sistema naturale*. Noi dobbiamo cercare di determinare nel modo più retto e preciso che ci sia possibile quale posizione spetti all'uomo nel sistema naturale degli animali. Allora, se pur la teoria della discendenza è giusta, noi possiamo dalla sua posizione sistematica indurre la vera consanguineità ed il grado di parentela dal quale l'uomo è legato agli animali antropoidi. L'*ipotetico albero genealogico del genere umano* ci si presenterà allora da se stesso come risultato finale di questa ricerca di anatomia comparata e di sistematica.

Se voi ora, in base all'anatomia comparata ed all'ontogenesi, cercate la posizione dell'uomo nel sistema naturale degli animali dei quali ci siamo occupati nelle precedenti conferenze, allora vi si presenta dapprima il fatto inoppugnabile che l'uomo appartiene al tipo o *phylum* dei vertebrati. Tutti i caratteri corporali per cui tutti i vertebrati si distinguono così spiccatamente da tutti gli invertebrati li possiede anche l'uomo.

Così pure non si pose mai in dubbio che fra i vertebrati siano i mammiferi quelli che sono i più affini all'uomo, e che egli possiede tutte le particolarità caratteristiche per cui i mammiferi si distinguono da tutti gli altri vertebrati. Se voi, inoltre, considerate i tre diversi gruppi primari o sottoclassi dei vertebrati, delle quali abbiamo

discusso i rapporti reciproci nell'ultima conferenza, non può esservi il minimo dubbio che l'uomo non appartenga ai placentali e non condivida coi rimanenti placentali tutte le importanti particolarità per le quali essi si distinguono dai marsupiali e dai monotremi. Noi avevamo diviso la ricca sottoclasse dei placentali in sei grandi gruppi primarii o legioni; dicendo l'ultima di queste: legione dei primati (*primates*), perchè essa comprende l'uomo e le scimmie ed inoltre i loro più prossimi parenti, le proscimmie ed i pipistrelli. La stretta consanguineità di questi ordini, la quale già 150 anni fa aveva condotto il perspicace Linneo a riunirli nel gruppo dei primati, appare solidamente fondata in grazia delle importanti particolarità del loro corpo e del loro sviluppo, specialmente in grazia della peculiare conformazione della loro placenta deciduata discoide (*discoplacentalia*). Però, come ognuno di voi sa, fra quegli ordini di primati quello delle scimmie è sotto ogni rapporto materiale molto più vicino all'uomo che i rimanenti. Perciò non si tratta più che di sapere se nel sistema dei mammiferi si debba collocare l'uomo precisamente nell'ordine delle vere scimmie o se lo si debba considerare vicino e sopra ad esse come rappresentante di uno speciale ordine di primati.

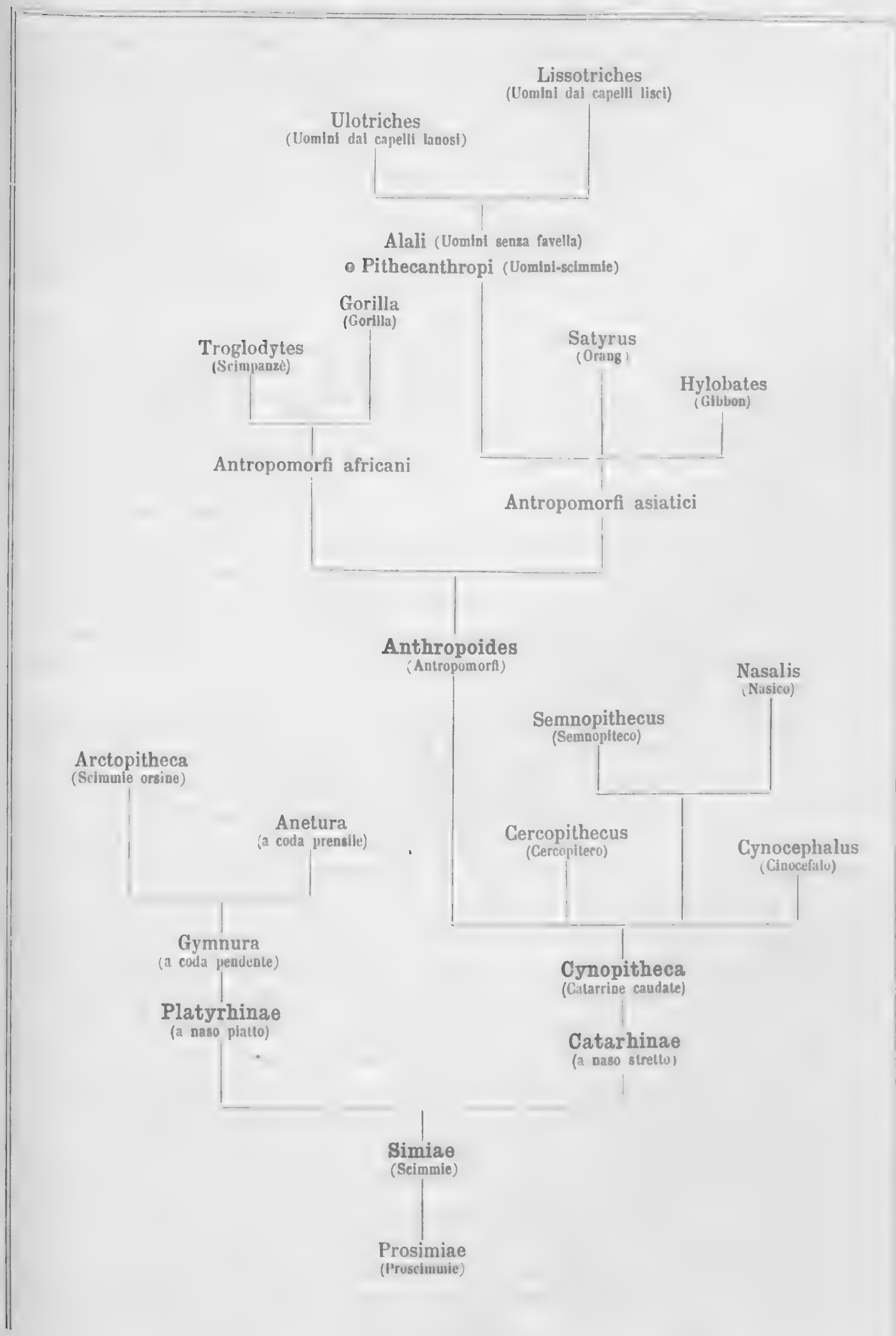
Lo smembramento dell'ordine linneano dei primati fu tentato dapprima dall'anatomico Blumenbach di Gottinga; egli distinse l'uomo come ordine speciale sotto il nome di bimani, opponendogli le scimmie e proscimmie rimaste sotto il nome di quadrumani. Questa divisione venne pure accettata dal Cuvier e perciò anche dai più dei zoologi che vennero dopo. Solo nel 1863 l'Huxley mostrò nelle sue eccellenti *Testimonianze per la posizione dell'uomo nella natura* (27) che essa riposa su false vedute e che i pretesi « quadrumani » (scimmie e proscimmie) sono altrettanto « bimani » quanto l'uomo stesso. La distinzione del piede dalla mano non riposa sulla particolarità fisiologica che il primo dito, o pollice, nella mano è opponibile alle quattro dita rimanenti e nel piede no. Vi sono infatti razze di selvaggi che possono contrapporre il primo dito o dito grosso alle quattro dita rimanenti, tanto nel piede come nella mano. Essi possono dunque usare il loro « piede prensile » tanto bene come fanno le scimmie della cosidetta « mano inferiore ». I barcaiuoli cinesi remano e i tessitori bengalesi tessono con questa mano posteriore. I negri, in cui l'alluce è specialmente robusto e liberamente mobile, afferrano con esso i rami, arrampicandosi sugli alberi, appunto come le « quadrumani » scimmie. Anzi persino i ragazzi neonati delle razze umane più sviluppate nei primi mesi della loro vita afferrano ancora e mantengono un cucchiaio altrettanto solidamente coll'alluce che col pollice. D'altra parte nelle scimmie superiori, sopratutto nel gorilla, mano e piede si differenziano già affatto come nell'uomo (cfr. tav. IV).

La differenza essenziale del piede dalla mano non è dunque fisiologica, ma morfologica, ed è determinata dalla disposizione caratteristica dello scheletro osseo e dei muscoli che vi si inseriscono. Le ossa del tarso sono ordinate in modo essenzialmente diverso da quelle del carpo ed il piede è mosso da tre muscoli speciali che mancano nella mano (un flessore breve, un estensore breve ed un lungo peroneo). Sotto tutti questi rapporti le scimmie e le proscimmie si comportano esattamente come l'uomo, ed era perciò al tutto inesatto il voler separare dalle prime l'uomo ponendolo in un ordine speciale a ragione del maggior differenziamento che esso offre nel piede e nella mano. Ora lo stesso avviene pure di tutti gli altri caratteri corporei pei quali si volesse per avventura cercare di separare l'uomo dalle scimmie; per esempio, per la lunghezza relativa delle estremità, per la conformazione del cranio, del cervello, ecc. Sotto tutti questi rapporti senza eccezione le differenze fra l'uomo e le scimmie superiori sono più piccole che le corrispondenti differenze fra le scimmie superiori e le inferiori.

Specchio sistematico delle famiglie e generi delle Scimmie.

SEZIONI	FAMIGLIE	GENERI	ESEMPI
I. Hesperopitheca (Scimmie del nuovo Continente) o **Platyrhinae** (dal naso piatto).			
A. Platirrini con artigli (Arctopitheca)	I. Apalini (Hapalida)	1. Mida.	Midas
		2. Uistiti	Jacchus
B. Platirrini con unghie (Dysmopitheca)	II. Platirrini con coda pendente (Gymnura od Aphyocerca)	3. Titi	Chrysothrix
		4. Saimiri	Callithrix
		5. Nictipiteco	Nyctipithecus
		6. Pitecia	Pithecia
	III. Platirrini con coda prensile (Anetura o Labidocerca)	7. Cebo	Cebus
		8. Atele	Ateles
		9. Lagotrice	Lagothrix
		10. Micete	Mycetes
II. Heopitheca (Scimmie del Continente antico) o **Catarhinae** (dal naso stretto).			
C. Scimmie a testa di cane o Catarrini caudati (Cynopitheca o Menocerca)	IV. Catarrini caudati con tasche guanciali (Ascoparea)	11. Cinocefalo	Cynocephalus
		12. Macaco	Inuus
		13. Cercopiteco	Cercopithecus
	V. Catarrini caudati senza tasche guanciali (Anasca)	14. Semnopiteco	Semnopithecus
		15. Colobo	Colobus
		16. Nasico.	Nasalis
D. Scimmie a testa umana o Catarrini ecaudati (Anthropomorpha o Lipocerca)	VI. Antropoidi ecaudati (Anthropoides)	17. Gibbon	Hylobates
		18. Orang	Satyrus
		19. Scimpanzè	Troglodytes
		20. Gorilla	Gorilla
	VII. Uomini (Homines)	21. Uomo-scimmia (uomo senza favella)	Pithecanthropus (Alalus)
		22. Uomo parlante. . . .	Homo

Albero genealogico delle Scimmie, compresovi l' Uomo.



In base alle più accurate ed esatte comparazioni anatomiche venne quindi l'Huxley alla seguente importantissima conclusione: « Qualunque sistema di organi noi vogliamo prendere a considerare, la comparazione delle sue modificazioni nella serie delle scimmie ci conduce allo stesso risultato: *che le differenze anatomiche che separano l'uomo dal gorilla e dal scimpanzè non sono così grandi come quelle che separano il gorilla dalle scimmie inferiori* ». Conseguentemente l'Huxley, con stretto rigore di logica riunisce l'uomo, le scimmie e le proscimmie in un unico ordine, *primates*, e divide questo nelle seguenti sette famiglie « approssimativamente dello stesso valore sistematico »: 1° *Anthropini* (l'uomo); 2° *Catarhini* (vere scimmie dell'antico Continente); 3° *Platyrhini* (vere scimmie dell'America); 4° *Arctopitheci* (scimmie americane con artigli); 5° *Lemurini* (proscimmie a brevi piedi e lungacoda); 6° *Chiromyini* (Chiromini); 7° *Galeopithecini* (Galeopiteci o proscimmie col paracadute). (Confrontare la Confer. XXVI, pag. 397).

Se però noi vogliamo comprendere in modo affatto naturale il sistema e quindi anche l'albero genealogico dei primati, noi dobbiamo fare ancora un passo più oltre e separare interamente le proscimmie (le tre ultime famiglie dell'Huxley) dalle vere scimmie (le quattro prime famiglie). Infatti, come io mostrai già nella mia *Morfologia generale*, le proscimmie si distinguono per molti ed interessanti rapporti dalle vere scimmie, e nelle loro singole forme si rannodano piuttosto a diversi altri ordini di discoplacentali. Esse sono sopratutto vicine agli insettivori e si devono verosimilmente insieme a questi derivare dall'antichissimo gruppo-stipite eocenico dei creodonti. D'altra parte le moderne proscimmie sono verosimilmente da considerarsi come resti del gruppo-stipite comune dal quale si sono svolti come rami divergenti gli altri ordini dei primati. L'uomo però anatomicamente e filogeneticamente non si può separare dall'ordine delle vere scimmie, poichè egli sotto ogni rapporto è molto più vicino alle vere scimmie superiori che non queste alle vere scimmie inferiori.

Le vere scimmie (*simiae*) vengono generalmente divise in due gruppi primari affatto naturali, cioè nelle scimmie del nuovo mondo (scimmie americane) e nelle scimmie del mondo antico, le quali sono indigene dell'Asia e dell'Africa, ed anticamente erano rappresentate anche in Europa. Queste due sezioni si distinguono sopratutto nella conformazione del naso, e perciò da essa hanno ricevuto la loro denominazione. Le scimmie americane hanno nasi schiacciati cosicchè le narici stanno allo infuori, non inferiormente; esse si chiamano perciò *platyrhinae*. All'incontro le scimmie dell'antico mondo hanno un setto nasale stretto e le narici guardano in basso, come nell'uomo; son perciò dette *catarhinae*. Infine la dentatura, la quale, come è noto, ha nella classificazione dei mammiferi un'importanza speciale, differisce in modo caratteristico nei due gruppi; tutte le catarrine, o scimmie dell'antico Continente, hanno affatto la stessa dentatura che ha l'uomo, cioè in ogni mascella, sopra e sotto, quattro incisivi, poi da ogni lato un canino e cinque molari, di cui due sono premolari e tre sono molari veri, in tutto 32 denti. All'incontro tutte le scimmie del nuovo Continente, tutte le platirrine, posseggono quattro molari di più, cioè tre premolari e tre molari veri per parte, sopra e sotto. Esse hanno dunque in complesso 36 denti. Fa eccezione solo un piccolo gruppo, cioè gli artopiteci (*arctopitheci*) in cui il terzo molare è rudimentale e che perciò in ogni mezza mascella hanno tre premolari e due molari. Essi si distinguono anche dalle altre platirrine pel fatto che essi alle dita delle mani e dei piedi portano artigli e non unghie come l'uomo e le altre scimmie. Questo piccolo gruppo di scimmie sud-americane a cui appartengono fra altri i graziosi e noti mida (*Midas*) e uistiti (*Jacchus*), è

certo da considerarsi solo come un antico ramo laterale peculiarmente modificato di platirrini, il quale in ogni mezza mascella ha perduto un molare.

Se noi ora ci domandiamo quali risultati possiamo trarre da questo sistema delle scimmie a favore dell'albero genealogico di esse, vediamo che ne risulta immediatamente che tutte le scimmie del nuovo mondo si sono sviluppate da un solo stipite, poichè esse tutte posseggono la conformazione del naso che è caratteristica delle platirrine. Così pure ne segue che tutte le scimmie del Continente antico devono discendere da una stessa forma-stipite comune, la quale possedeva la conformazione del naso e la dentatura di tutte le catarrine ora viventi. Infine è molto verosimile che entrambi le stirpi di scimmie discendano da un antichissimo gruppo-stipite comune e che questo è da ricercarsi fra le proscimmie, nei *lemuri*. L'anatomia comparata della dentatura dei placentali, la quale ultimamente è stata eccellentemente trattata sopratutto da un chirurgo-dentista berlinese, il Baume, nelle sue dotte *Ricerche odontologiche* (1882) è anche qui la più sicura guida. Dalla struttura e dalla evoluzione della dentatura dei placentali noi possiamo con sicurezza trarre la conclusione che tutti i « primati », uomini e scimmie, come pure le proscimmie discendono in origine da un antico stipite eocenico, il quale possedeva l'intera dentatura tipica dei placentali di 44 denti, cioè in ogni metà di mascella (sopra e sotto) 11 denti: 3 incisivi, 1 canino, 4 premolari, 3 molari $= \frac{3 . 1 . 4 . 3}{3 . 1 . 4 . 3}$ (cfr. pag. 387). Andando poi perduto per regresso in ogni metà di mascella un incisivo ed un premolare ne nacque la dentatura dei platirrini: $\frac{2 . 1 . 3 . 3}{2 . 1 . 3 . 3} = 36$. Da questa dentatura da scimmie primitive nacque quella degli artopiteci per perdita di un molare, quella delle catarrine per la perdita di un premolare, la prima con 2 . 1 . 3 . 2, la seconda con 2 . 1 . 2 . 3 in ogni metà di mascella. Ciò permetterebbe la conseguenza che le platirrine (e specialmente le gimnure, *chrysothrix*, ecc.) sono il più antico gruppo fra le scimmie ora viventi, i resti del gruppo-stipite da cui si svilupparono divergentemente le altre scimmie. Frattanto parlano pure alcuni argomenti in favore di quell'opinione di moderni zoologi, secondo cui le due stirpi di scimmie si sarebbero sviluppate indipendentemente l'una dall'altra nelle due parti della terra dalle proscimmie.

Si tenga pure per più verosimile quest'ultima discendenza difiletica delle scimmie o quella prima monofiletica, ne segue sempre ad ogni modo dalla loro morfologia comparata una conclusione infinitamente importante tanto per la discendenza dell'uomo, quanto anche per la sua distribuzione sulla superficie del globo, cioè che *l'uomo si è svolto dalle catarrine*. Infatti noi non siamo in grado di trovare un carattere zoologico che distingua l'uomo dalle più affini scimmie del vecchio mondo in più alto grado di quello con cui siano differenti le specie fra loro più distanti di questo gruppo. È questo il più importante risultato delle esattissime ricerche anatomiche comparative dell'Huxley; risultato che non sarà mai tenuto in troppo conto. Sotto ogni rapporto le differenze anatomiche fra l'uomo ed i catarrini antropoidi (orang, gorilla, scimpanzè) sono più piccole che non le differenze anatomiche fra queste e gl'infimi catarrini, specialmente dai cinocefali dall'aspetto canino. Questo significantissimo risultato vien fuori in modo indubbio da un'imparziale comparazione anatomica delle diverse forme di catarrini.

Se noi dunque, in omaggio alla teoria della discendenza, riconosciamo il sistema naturale degli animali come guida per le nostre considerazioni e su di esso fondiamo il nostro albero genealogico, noi dobbiamo necessariamente venire all'incontrastabile

conclusione che il *genere umano è un ramoscello del gruppo dei catarrini e si è sviluppato nell'antico continente da scimmie di questo gruppo che da gran tempo sono estinte*. Alcuni fautori della teoria della discendenza hanno opinato che gli uomini americani si sono svolti da scimmie americane indipendentemente da quelli del mondo antico. Questa ipotesi io la ritengo al tutto erronea. Infatti la completa corrispondenza di tutti gli uomini colle catarrine relativamente alla caratteristica disposizione del naso e della dentatura dimostra chiaramente che essi hanno una stessa origine e si sono sviluppati da una radice comune solo dopochè le platirrine o scimmie americane si erano già da gran tempo staccate da esse. Gli aborigeni americani sono piuttosto, e come dimostrano molti fatti etnografici, immigrati dall'Asia e parte forse anche dalla Polinesia (o persino dall'Europa).

Ad una più esatta costruzione dell'albero genealogico umano si oppongono ancora presentemente grandi difficoltà. Ciò solo si può ancora dimostrare più oltre che i più prossimi progenitori del genere umano erano « scimmie dalla testa di uomo » od antropoidi, dette da altri catarrine ecaudate (*lipocerca*). Evidentemente queste ultime non si sono svolte che abbastanza tardi dai cinopiteci o « scimmie dalla testa di cane » o catarrine caudate (*menocerca*), cioè dalle forme più primitive di scimmie. Di quelle catarrine ecaudate che oggi son dette spesso anche antropoidi vivono ancora oggidì quattro diversi generi con circa una dozzina di differenti specie. Il più grande antropoide è il famoso gorilla (*Gorilla gina* o *Troglodytes gorilla*) che in grandezza e robustezza sorpassa l'uomo, è indigeno della zona tropicale dell'Africa occidentale e fu scoperto solo nel 1847 dal missionario Savage sul fiume Gabun. Ad esso si rannoda come il più stretto affine il scimpanzè (*Troglodytes niger* o *Pongo troglodytes*) noto da gran tempo, il quale è parimenti indigeno dell'Africa occidentale e centrale, ma è notevolmente più piccolo del gorilla. La terza delle tre grandi scimmie antropoidi è l'orango od orang-utan indigeno di Borneo e delle altre isole di Sunda, del quale si distinguono modernamente due specie strettamente vicine: il grande orango (*Satyrus orang* o *Pithecus satyrus*) ed il piccolo orango (*Satyrus morio* o *Pithecus morio*). Essi sono notevolmente più piccoli dei tre sopradetti antropoidi e nel più dei caratteri si allontanano già molto dall'uomo.

Gli antropoidi ecaudati, sopratutto per la più esatta conoscenza che si è avuta del gorilla e dopo di essere stati collegati all'uomo coll'applicazione a questo della teoria della discendenza, hanno ultimamente eccitato un interesse così generale e provocato una tale onda di scritti che io non ho qui occasione di fermarmivici più a lungo. Per ciò che riguarda le loro relazioni coll'uomo voi le troverete estesamente trattate negli eccellenti scritti di Huxley (26), Carlo Vogt (27) e Büchner (43), meglio poi nello scritto di Roberto Hartmann sopra « le scimmie antropoidi e la loro struttura in paragone colla struttura umana » (1883) (67). Questo anatomico dà alla stretta consanguineità in questione un'espressione ancora più netta dividendo i primati in due famiglie: 1° primati, uomini ed antropomorfi); 2° vere scimmie (catarrine e platirrine). Il più interessante risultato della loro comparazione generale coll'uomo si è che ognuna delle quattro specie di antropoidi è per l'uno o per un altro verso più affine all'uomo che non le rimanenti, che però nessuna può essere considerata come assolutamente e sotto ogni rapporto come la più simile all'uomo. L'orango è il più affine all'uomo per la conformazione del suo cervello, il scimpanzè per importanti particolarità del suo cranio, il gorilla per la perfezione del piede e della mano, e finalmente il gibbon per la conformazione della sua cassa toracica.

Si ricava dunque dall'accurata anatomia comparativa degli antropoidi un risultato affatto simile a quello che ha ottenuto il Weisbach dal ponderato raffronto statistico di numerose ed accurate misurazioni fatte da Scherzer e Schwarz durante la circumnavigazione della fregata austriaca *Novara*, su individui di diverse razze umane. Il Weisbach riassume il risultato finale delle sue profonde ricerche colle seguenti parole: « La rassomiglianza dell'uomo colle scimmie non si concentra per nulla nell'uno o nell'altro popolo, ma si distribuisce per tal modo nelle singole parti del corpo dei diversi popoli, che ognuno di questi è dotato di qualche particella di questa rassomiglianza ereditaria, certamente l'una più e l'altra meno, e perfino noi altri Europei non possiamo affatto pretendere di essere al tutto estranei a questa rassomiglianza » (Viaggio della *Novara*, parte antropologica).

Voglio ancora qui rilevare espressamente, ciò che del resto va da sè, che *nemmeno una di tutte le scimmie ora viventi, e perciò anche nessuna delle nominate scimmie antropoidi, può essere il progenitore del genere umano.* Dai razionali fautori delle teorie della discendenza questa idea non è mai stata affermata, ma è però stata affibbiata ad essi dai loro leggieri avversari. *I progenitori pitecoidi dell'umano genere sono estinti da lungo tempo.* Forse un giorno o l'altro noi troveremo ancora parte dei loro ossami fossili negli strati terziarii dell'Asia o dell'Africa. In ogni caso nel sistema zoologico essi dovranno venire collocati nel gruppo delle catarrine ecaudate (*Catarhina lipocerca*).

Resti fossili di scimmie sono finora in complesso poco noti, specialmente in paragone della grande quantità di fossili di carnivori ed ungulati cui noi dobbiamo così interessanti conclusioni sulla filogenesi di queste legioni. La povertà di fossili di primati si spiega facilmente pel modo di vita e la distribuzione di questi animali. Fortunatamente essa viene compensata dai moltissimi ed importantissimi dati che in questa suprema legione noi dobbiamo all'anatomia comparata ed all'ontogenesi. Tanto sta già d'altronde stabilito, che l'ordine delle scimmie durante l'epoca terziaria era rappresentato da molte forme ora estinte (in parte già eoceniche e mioceniche), anche in Europa. Fra queste si trovavano grandi antropoidi (*Dryopithecus Fontani*, *Pliopithecus antiquus*) che nella conformazione delle mandibole erano notevolmente più vicini all'uomo che tutti gli antropoidi viventi oggidì. Per certo ulteriori scoperte paleontologiche ci daranno presto più esatte informazioni intorno a questi antenati antropomorfi.

Le ipotesi genealogiche cui ci ha condotti sin qui l'applicazione all'uomo della teoria della discendenza per ogni uomo che ragioni con chiarezza e logica risultano immediatamente dai fatti dall'anatomia comparata, dell'ontogenesi e della paleontologia. Naturalmente la nostra filogenesi non può che accennare in modo affatto generale le grandi linee dell'albero genealogico e tanto più corre pericolo di errare quanto più dappresso essa sia applicata singolarmente alle speciali forme animali che ci son note. Frattanto si possono già fin d'ora distinguere con una certezza approssimativa almeno i seguenti venticinque gradi di progenitori dell'uomo. Di questi gradi, sedici appartengono ai progenitori vertebrati dell'uomo, nove agli invertebrati.

SERIE O CATENA

DEI

PROGENITORI ANIMALI DELL' UOMO

(Cfr. conf. XXIV, XXVI; tav. XVIII, XIX e pp. 291, 357).

PRIMA METÀ DELLA SERIE DEI PROGENITORI DELL' UOMO

PROGENITORI INVERTEBRATI

Primo grado: **Protozoi amorfi (Monera).**

I più antichi progenitori così dell'uomo come di tutti gli altri organismi erano esseri viventi della più semplice sorta che si possa immaginare, organismi senza organi, simili alle *monere* tuttora viventi. Essi erano costituiti da un semplicissimo grumetto amorfo interamente omogeneo e privo di struttura, d'una materia albuminoide (*plasson*) come la *Protamoeba primitiva* ancor oggi vivente (cfr. pag. 101, fig. 1). Il valore morfologico di questi antichissimi progenitori dell'uomo non era ancor nemmeno uguale a quello di una cellula, ma solo a quello di un citode (cfr. pag. 210). Infatti, come in tutte le monere, protoplasma e nucleo non erano ancora differenziati. Le prime di queste monere nacquero al principio del periodo laurenziano per generazione spontanea od archigonia da cosidette « combinazioni anorgiche », da semplici composti di carbonio, ossigeno, idrogeno ed azoto. L'ammettere una tale generazione spontanea, una simile origine meccanica dei primi organismi da materia anorgica è, come dimostrammo nella XV conferenza, un'ipotesi necessaria e giustificata (cfr. pagg. 207 e 246).

Secondo grado: **Protozoi unicellulari (Amoebina).**

Il secondo grado dei progenitori dell'uomo come di tutti gli animali e piante superiori è costituito da una semplice cellula, cioè da un pezzetto di protoplasma che include un nucleo. Simili « organismi unicellulari » vivono ancora oggidì in grande numero. Fra questi le solite semplici amebe (pag. 102, fig. 2) non saranno state essenzialmente differenti da quegli antichissimi progenitori. Il valore morfologico di ogni ameba è essenzialmente uguale a quello posseduto anche oggidì dall'uovo dell'uomo e parimenti da quello di tutti gli altri animali (cfr. pag. 103, fig. 3). Le nude cellule-uovo delle spugne e dei polipi (tav. VI, figg. 6, 16) vanno strisciando come amebe e non si possono distinguere da queste. La cellula-uovo dell'uomo, che, come quella del più degli altri animali, è ravvolta da una membrana, rassomiglia ad un'ameba incistidata. I primi animali unicellulari di tal fatta nacquero da monere per differenziamento dell'interno nucleo e del protoplasma esterno e vissero già nella più antica età primordiale. La prova incontrastabile che simili protozoi unicellulari esistettero realmente come diretti progenitori dell'uomo è data, conformemente alla legge biogenetica fondamentale (pag. 179), dal fatto che l'uovo dell'uomo non è altro che una semplice cellula (cfr. pagg. 285 e 289).

Terzo grado: **Colonie di cellule (Moraeada).**

Per farci un'idea approssimativa di quei progenitori dell'uomo che si sono sviluppati in prima linea dai protozoi unicellulari noi dobbiamo seguire quelle modificazioni che subisce l'uovo umano al principio della evoluzione individuale. Qui appunto l'ontogenesi ci guida colla massima sicurezza sulla traccia della filogenesi. Ora noi abbiano già visto anteriormente che l'uovo dell'uomo (al pari di quello di tutti gli altri mammiferi) dopo seguita la fecondazione si disgrega per ripetuta scissione in un cumulo di cellule semplici e uniformi (pag. 173, fig. 6; pag. 288, figg. C-E; tav. V, figg. 1-4, 11-14). Tutte queste « sfere di segmentazione » sono al principio uguali una all'altra, cellule nude, nucleate, senza invoglio. In molti animali esse hanno movimenti simili a quelli delle amebe. Questo stadio ontogenetico di sviluppo, che noi per la sua forma di mora abbiamo chiamato morula (pag. 286), costituisce la sicura prova che nell'antichissima età primordiale esistevano degli antenati dell'uomo, i quali avevano il valore morfologico di un *coenobium*, di un cumulo di cellule uniformi lassamente riunite. Queste colonie od « orde di cellule » si possono chiamare « associazioni di amebe » (*synamoebia*) o sfere moriformi (*moraea*) (cfr. pag. 289). Simili moreadi nacquero dai protozoi unicellulari del secondo grado per ripetuta scissione e permanente riunione di questi prodotti della scissione.

Quarto grado: **Sfere cave ciliate (Blastaeada).**

Dalla morula o « sfera moriforme » si sviluppa nel corso della vita embrionale in moltissimi animali un notevole stadio embrionale che fu scoperto dapprima dal Baer e da questi chiamato vescica embrionale o blastodermica (*blastula* o *vesicula blastodermica*, pagg. 286, 288, figg. F, G). È questa una sfera cava piena di liquido la cui sottile parete risulta da un solo strato di cellule (la membrana embrionale o blastoderma, tav. V, figg. 6, 16). Coll'accumularsi di gelatina o di liquido nell'interno della morula le cellule vengono tutte respinte alla periferia. Nel più degli animali inferiori, ma anche negli infimi vertebrati, l'*amphioxus*, questa forma embrionale è detta vescica ciliata (*blastula* o *blastosphaera*), perchè le cellule collocate alla superficie emettono processi finissimi o ciglia vibratili che si muovono vibrando nell'acqua e con ciò fanno avanzare roteando l'intero corpo. Nell'uomo, come in tutti i mammiferi, nasce bensì ancora dalla morula la stessa blastosfera, ma però senza ciglia vibratili; queste sono andate perdute per adattamento. Ma la costituzione essenzialmente uguale della sfera cava blastodermica dà indizio di un'antichissima forma-stipite similmente formata che noi chiameremo sfera cava ciliata (*blastaea*). I nostri moderni « animaletti sferici » (volvocini e catallatti, pag. 255, fig. 12) ci dànno tuttora un'immagine di queste « sfere cave progenitrici ». La blastea era una semplice sfera cava piena di acqua o di gelatina la cui parete era formata da un solo strato di cellule vibratili. La prova sicura ne è data dall'*amphioxus* che da un lato è consanguineo coll'uomo, d'altra parte però ha conservato sino al dì d'oggi lo stadio della blastula primitiva.

Quinto grado: **Gastreadi (Gastraeada).**

Nel corso dello sviluppo embrionale tanto nell'*amphioxus* che nei differenti animali inferiori, dalla blastula nasce dapprima l'importantissima forma larvale che noi abbiamo chiamato gastrula (pag. 288, I, K; tav. V, figg. 8 e 18). In tutti gli altri metazoi esiste pure tuttora una forma embrionale a due foglietti che è riconducibile a quella. Secondo

la legge biogenetica fondamentale questa gastrula dimostra l'antica esistenza di una forma similmente costituita di animale primitivo, la quale noi chiamiamo *gastraea* (pag. 288). Simili « gastreadi » devono già aver esistito nell'antico tempo primordiale e fra essi devono pure essersi trovati degli antenati dell'uomo. La sicura prova ne è data dall'*amphioxus*, il quale malgrado la sua consanguineità coll'uomo trascorre ancora oggidì lo stadio della primitiva gastrula con intestino semplice e parete formata da due foglietti (cfr. tav. XII, fig. B4).

Sesto grado: **Platelminti (Platoda).**

I progenitori umani del sesto grado che nacquero dai gastreadi del quinto grado erano *platelminti* della più semplice natura. Questi platodi erano verosimilmente, più che ad ogni altro metazoo ancor vivente, vicini ai turbellari (pagg. 302 e 307). Dai gastreadi loro antenati essi si distinguono già esternamente per la forma fondamentale bilaterale (pag. 308). Come i moderni turbellari essi erano coperti di ciglia su tutta la loro superficie esterna e possedevano un corpo semplice di forma tondeggiante-allungata, senza alcuna appendice. Una vera cavità del corpo (celoma), come pure l'apertura anale ed il sangue mancavano ancora. I più antichi platodi nacquero, già nell'antica età primordiale, dai gastreadi pel formarsi di un foglietto mediano o foglietto muscolare, come pure per ulteriore differenziamento delle interne parti del corpo in diversi organi; specialmente il primo formarsi d'un sistema nervoso, dei più semplici organi dei sensi, dei più semplici organi secretorii (un paio di nefridii o reni tubulari) e riproduttori (organi sessuali). La prova del fatto che esistettero anche dei progenitori umani di simile struttura è da cercarsi nel fatto che l'anatomia comparata e l'ontogenesi ci additano come comune gruppo-stipite non solo di tutti gli elminti, ma anche dei tipi animali superiori dei celenterii bilaterali. Ora di tutti gli animali che ci siano noti sono i turbellari (e precisamente i più semplici rabdoceli) quelli che si accostano di più a quegli antichissimi platodi estinti da lungo tempo (tav. XIX, fig. 12; pagg. 307, 309).

Settimo grado: **Nemertini (Nemertina).**

Ai progenitori platodi che verosimilmente durante il periodo laurenziano erano rappresentati da una lunga serie di forme gradatamente progressive di turbellari si rannoda direttamente come settimo grado il gruppo dei nemertini (pag. 312). Nella struttura anatomica essi appaiono ancora così affini ai platodi che dapprima li si univa appunto con essi. Se ne distinguono però essenzialmente per possedere un ano ed un semplicissimo sistema di vasi sanguigni, due importantissime disposizioni che ai celenterii mancano ancora interamente. Inoltre comincia in essi a presentarsi una cavità del corpo, la cui presenza separa i celomari dai celenterii. Parecchi zoologi trovano inoltre nell'organizzazione dei nemertini, per esempio nella conformazione del sistema nervoso e dell'intestino, i primi accenni della posteriore conformazione dei cordonii. Ma anche facendo astrazione da queste relazioni forse importanti, noi dobbiamo necessariamente considerare dei semplici elmintozoi (*helminthes*) come un grado intermedio fra i platodi del sesto grado e gli enteropneusti dell'ottavo. Fra tutti gli elminti tuttora viventi — miseri resti di un tronco riccamente ramificato — sembrano i nemertini e gli ichthydini (tav. XIX, fig. 13) essere più affini degli altri a quell'estinto gruppo intermediario.

Ottavo grado: Balanoglossi (Enteropneusta).

Fra i nemertini del settimo ed i procordati del nono grado esistette probabilmente durante il periodo laurenziano una lunga serie di elminti che poco alla volta condusse dalla semplice organizzazione dei primi sino alla struttura speciale di questi ultimi. Il più importante progresso della loro organizzazione consistette nel formarsi dell'intestino branchiale, nella trasformazione d'una parte dell'intestino anteriore in una caratteristica « gabbia branchiale con solco ciliato ». Tale disposizione possiede fra gli elminti un'unica specie di verme ancora vivente, il notevole *Balanoglossus*. Poichè anche per altri rispetti esso si avvicina ai cordonii ed invece si allontana dagli altri elminti, noi possiamo considerarlo con grande verosimiglianza come un ultimo residuo isolato di quell'importante gruppo intermedio fra il settimo ed il nono grado, quello dei vermi a branchie intestinali (*enteropneusta*, pagg. 312, 351).

Nono grado: Cordati primitivi (Prochordonia).

Allo stadio rappresentato dagli enteropneusti noi nel nostro albero genealogico dobbiamo collegare immediatamente i procordonii o cordati primitivi, cioè il gruppo da gran tempo estinto che fu stipite comune ai tunicati ed ai vertebrati (pag. 352); tra i celomari tuttora viventi i notevoli copelati (*appendicaria*) come pure le larve delle degenerate ascidie sono i più prossimi parenti di questi rimarchevolissimi vermi i quali formavano un ponte sul profondo abisso che sta fra gli invertebrati ed i vertebrati. Che animali procordonii progenitori dell'uomo esistessero realmente durante l'età primordiale ne dà sicura prova la corrispondenza così notevole ed importante che si mostra nell'ontogenesi dell'*amphioxus* e delle ascidie (cfr. tav. XII e XIII e pag. 601, ecc.). Da questo fatto si può ricordare l'antica esistenza di cordonii che più di tutti i bilaterali conosciuti erano affini alle appendicarie ed alle larve delle ascidie semplici (*Ascidia*, *Phallusia*). Essi si svilupparono dagli elminti dell'ottavo grado per lo svilupparsi di un midollo spinale e di un bastone assile sottostante (*chorda dorsalis*). Appunto la sparizione di questo bastone assile centrale fra il midollo spinale dorsalmente ed il canal digerente ventralmente è per tutti i vertebrati, compreso l'uomo, altamente caratteristico come del resto anche per le forme primitive dei tunicati, per i copelati od appendicarie e per le larve di ascidie. Il valore morfologico di questo nuovo grado corrisponde press'a poco a quello che posseggono le mentovate larve delle ascidie semplici al tempo in cui esse mostrano sviluppato il rudimento del midollo spinale e della corda dorsale (Cfr. tav. XII, fig. 15; tav. XIX, figg. 19 e 20; come pure la spiegazione di queste figure in appendice).

SECONDA METÀ DELLA SERIE DEI PROGENITORI DELL'UOMO

PROGENITORI VERTEBRATI

Decimo grado: Acranii (Acrania).

La serie dei progenitori umani che noi nel complesso della loro organizzazione dobbiamo già considerare come vertebrati comincia cogli acranii, della cui natura l'ancor vivente *Amphioxus lanceolatus* (tav. XII B, XIII B) ci dà una lontana idea.

Questo animaletto concordando interamente colle ascidie nei primi stadii embrionali, mostrando però nel suo ulteriore sviluppo d'essere un vero vertebrato, forma da parte dei vertebrati l'immediata connessione cogli invertebrati. Probabilmente gli antenati umani del decimo grado devono essere stati per molti rispetti abbastanza diversi dall'*Amphioxus*, l'ultimo sopravvivente ed in parte degenerato residuo degli acranii; essi devono però avergli somigliato nei caratteri più essenziali, nella mancanza di cranio e di cervello. Gli ipotetici provertebrati (pag. 352) erano acranii di simile natura, dai quali solo più tardi svilupparonsi i craniati. Essi vivevano durante l'età primordiale ed eran nati dagli inarticolati procordonii del nono grado per il segmentarsi del tronco (formazione di metameri) come pure per maggiore differenziamento di tutti gli organi. Probabilmente cominciò anche in questo stadio la separazione dei due sessi (*gonocorismo*), mentre i predetti progenitori invertebrati sembrano aver ancor avuto l'ermafrodismo (cfr. pag. 105). La prova sicura della antica esistenza di tali antenati dell'uomo privi di cranio e di cervello è data dall'anatomia comparata ed ontogenesi dell'*Amphioxus* e dei craniati (cfr. pagg. 349-353, come pure pagg. 291 e 357).

Undicesimo grado: **Ciclostomi (Cyclostoma).**

Dagli acranii progenitori dell'uomo nacquero dapprima dei craniati della più imperfetta natura. Fra tutti i craniati tuttora viventi tiene l'infimo grado la classe dei ciclostomi, le missine (missinoidi) e le lamprede (petromizonti). Dalla interna organizzazione di questi monorrini noi possiamo farci un'idea approssimativa della struttura degli antenati umani dell'undecimo grado. Come in quei primi, così anche in questi ultimi il cranio ed il cervello saranno ancor stati della più semplice forma, e molti organi importanti, come, per esempio, la vescica natatoria, gli interni archi branchiali. Lo scheletro mandibolare, e le due paia di estremità saranno ancora mancate interamente. Tuttavia le sacche branchiali e la tonda bocca succiatrice dei ciclostomi devono esser certo considerati come caratteri d'adattamento i quali nel corrispondente grado di progenitori non erano presenti. I monorrini nacquero durante l'età primordiale dagli acranii, pel dilatarsi dell'estremità anteriore del midollo spinale in modo da formare un cervello attorno al quale si sviluppò dall'invoglio della corda dorsale un cranio. La prova sicura che tali antenati umani privi di mandibole esistettero, è data dalla « anatomia comparata dei missinoidi » (pagg. 353 e 354).

Dodicesimo grado: **Pesci primitivi (Selachii).**

La massima rassomiglianza con i progenitori selaciformi la mostrano probabilmente fra tutti i vertebrati che ci son noti i viventi *squalacei* (pagg. 354 e 355). Essi nacquero dai monorrini pel dividersi della narice impari in due metà laterali pari, pel formarsi di veri archi branchiali interni, di uno scheletro mandibolare, di una vescica natatoria e di due paia d'estremità (pinne toraciche od estremità anteriori e pinne ventrali od estremità posteriori). L'organizzazione interna di questi antichissimi mandibolati (*gnathostoma*) dovrà in complesso aver corrisposto a quella degli infimi squali a noi noti; tuttavia la vescica natatoria, che in questi ultimi esiste solo come rudimento, era verosimilmente più sviluppata. Essi vissero già nel periodo siluriano come risulta dai resti fossili di squali siluriani (denti e raggi delle pinne). La prova sicura che gli antenati siluriani dell'uomo e di tutti gli altri gnatostomi dovevano essere strettamente affini ai selaci è data dall'anatomia comparata di questi ultimi.

Tredicesimo grado: **Ganoidi (Ganoides).**

Ai più antichi selaci appaiono strettamente legati i cosidetti ganoidi (*ganoides*). Come è noto, questa sottoclasse di pesci era rappresentata nell'età paleozoica da numerosissime e svariatissime forme mentre oggi non ne esistono più che sparsi resti (pag. 351). I differenti ordini di ganoidi sono molto diversi fra di loro. Gli uni appaiono essere tipi molto antichi, strettamente affini ai selaci (così il moderno storione e sterleto). Altri ancora sono fra i pesci più elevati (*Lepidosteus*, *Polypterus*). Un gruppo forma direttamente il passaggio ai pesci ossei (leptolepidi). Un altro gruppo contiene forse elementi della serie diretta degli antenati umani, è quello dei notevoli crossopterigii (p. 360). Essi sono così affini ai dipnoi (*dipneusta*) che varii zoologi li riuniscono appunto con questi. Poichè essi per notevoli progressi nella formazione scheletrica (tanto del cranio che delle pinne) sembrano di fatto formare uno stadio di passaggio fra selaci e dipneusti, noi possiamo ammettere con probabilità che anche dei ganoidi siluriani o devoniani appartengono ai progenitori dell'uomo (tav. XIX, fig. 21).

Quattordicesimo grado: **Dipnoi (Dipneusta).**

Il nostro quattordicesimo grado di progenitori viene costituito da vertebrati che verosimilmente han posseduto molta somiglianza coi tuttora viventi dipnoi (*Ceratodus*, *Protopterus*, *Lepidosiren*, pag. 360). Essi nacquero dai ganoidi (verosimilmente nel periodo devoniano, che principiò dall'èra primaria) per adattamento alla vita terragnola e pel trasformarsi della vescica natatoria in un polmone respirante l'aria atmosferica, come pure pel trasformarsi delle narici (che d'allora in poi sboccarono colla cavità boccale) in vie aeree. Con questo grado cominciò la serie degli antenati dell'uomo respiranti l'aria per mezzo di polmoni. La loro organizzazione avrà corrisposto per più di un rispetto a quella del moderno *Ceratodus* e *Protopterus;* può tuttavia essere anche stata variamente diversa. Essi vivevano già al principio del periodo devoniano. La prova della loro esistenza è data dalla anatomia comparata che dimostra nei dipneusti un anello di passaggio fra ganoidi ed anfibi. Si può anche dividere questo quattordicesimo grado in due: i più antichi dipnoi (*monopneumones*) possedevano ancora un polmone semplice, impari, come il *Ceratodus;* invece nei dipneusti più recenti esso era diviso in due polmoni (*dipneumones*).

Quindicesimo grado: **Perennibranchiati (Stegocephala).**

Da quei dipnoi che noi consideriamo come le forme-stipiti di tutti i vertebrati polmonati si svolse la classe degli *anfibii* che ne forma la linea primaria più importante (pagg. 363-366). Con essi cominciò la pentadattilia che d'allora in poi si trasmesse ereditariamente ai vertebrati superiori ed in ultimo all'uomo (p. 363). I nostri più antichi progenitori della classe degli anfibii erano anfibii squamosi branchiati (*stegosauria*), probabilmente del gruppo degli archegosauri e branchisauri. A lato ai polmoni essi conservavano ancora per tutta la vita delle branchie come i *Proteus* ed *Axolotl* tuttora viventi (p. 367). Essi nacquero dai dipneusti pel trasformarsi delle pinne remiganti in zampe a cinque dita, e per maggior differenziamento di diversi organi, sopratutto della colonna vertebrale. Ad ogni modo essi esistevano alla metà dell'età paleolitica o primaria, forse già nel periodo devoniano. Infatti numerosi stegosauri si trovano fossili già nel carbonifero. La prova che simili anfibii branchiati appartenevano ai nostri diretti antenati è data dall'anatomia comparata ed ontogenesi degli anfibii ed amnioti (Confer. XXV)

Sedicesimo grado: **Salamandrini (Salamandrina).**

Ai nostri progenitori anfibii i quali conservavano per tutta la vita le loro branchie tennero dietro più tardi altri anfibii che in età più inoltrata perdettero le branchie che erano ancora presenti in gioventù, ma conservarono la coda, come le moderne salamandre e tritoni (cfr. pag. 367). Essi nacquero dai perennibranchi per l'abituarsi che fecero a non respirare più per branchie che in gioventù, respirando invece da adulti solo per polmoni. Verosimilmente essi vissero già nella seconda metà dell'èra primaria, durante il periodo permiano, forse già durante il carbonifero. La prova della loro antica esistenza sta in ciò che i salamandrini formano un anello necessario fra il grado precedente ed il seguente.

Diciassettesimo grado: **Prorettili (Protamnia).**

Noi abbiamo anteriormente chiamato Protamnion la forma-stipite comune delle tre classi superiori di vertebrati dalla quale si sono sviluppati come due rami divergenti, da un lato i prorettili, dall'altro i promammali (pag. 370); si potrebbe tuttavia designare questo stesso grado di progenitori anche col nome di prorettili, poichè esso sistematicamente appartiene ai rettili. Esso nacque da ignoti stegocefali per l'intera perdita delle branchie, pel formarsi dell'amnio, della chiocciola e finestra ovale nell'organo auditivo, e degli organi lacrimali. La loro origine cade, al più tardi, nell'ultima sezione dell'èra primaria, nel periodo permiano, forse già nel carbonifero. Fra i vertebrati fossili che ci son noti, i più vicini ad essi sono i proterosauri permiani, fra i viventi le lucertole (*Hatteria*, ecc.). La prova sicura della loro antica esistenza sta nell'anatomia comparata ed ontogenesi degli amnioti. Infatti tutti i rettili, uccelli e mammiferi, compreso l'uomo, concordano in così numerosi ed importanti caratteri che si deve riconoscere in essi con piena sicurezza i discendenti di un'unica forma-stipite comune, il *protamnion.*

Diciottesimo grado: **Mammalorettili (Theriosauria).**

Fra i prorettili o protamnii ed i promammali (cioè fra l'antichissimo stipite comune degli amnioti e lo stipite comune dei mammiferi) deve interporsi una lunga serie di rettili estinti, i quali attuarono la graduata trasformazione della forma di rettile in quella di mammifero. Questa trasformazione riguardò da una parte sopratutto lo scheletro (cranio, colonna vertebrale, cingolo toracico, cingolo pelvico), d'altra parte il cervello ed il cuore. Poichè i più antichi mammiferi appaiono già alla fine del *trias*, quell'importante trasformazione deve aver avuto luogo probabilmente già al principio di questo periodo o nel precedente periodo permiano. Fra i numerosi resti fossili di questo tempo son sopratutto i teriosauri quelli che con maggiore o minore probabilità son da riferirsi ad antenati dei mammiferi (cfr. p. 375). Molti di questi mammalosauri, sopratutto i pelicosauri e rincocefali, mostrano particolarità nello scheletro che devono essere considerate dall'anatomia comparata come importanti prove di quel passaggio.

Diciannovesimo grado: **Promammali (Promammalia).**

Fra i nostri antenati dal diciannovesimo sino al ventiquattresimo grado ci troviamo già più a casa nostra. Essi appartengono tutti alla grande e ben nota classe dei mammiferi i cui limiti noi stessi non abbiamo ancora valicato. L'antichissima ed ignota forma da molto tempo estinta che fu stipite comune di tutti i mammiferi, la quale noi

abbiamo chiamata promammale, stava ad ogni modo per la sua interna struttura vicina agli ornitostomi (*Ornithorhynchus*, *Echidna*, pag. 380) più che ad ogni altro animale tuttora vivente. Essa era tuttavia diversa da questi ultimi per la sua completa dentatura. Il becco dei moderni ornitostomi è ad ogni modo da considerarsi come un carattere d'adattamento acquistato più tardi. I promammali nacquero dai teriosauri probabilmente solo al principio dell'èra secondaria, nel periodo triasico, e ciò per diversi progressi nell'interna struttura, come pure per la trasformazione delle scaglie epidermiche in peli e pel formarsi d'una ghiandola mammaria che produsse latte pel nutrimento dei piccoli. La sicura prova che i promammali, come forme-stipiti comuni di tutti i mammiferi, appartennero pure ai nostri antenati, sta nell'anatomia comparata ed ontogenesi dei mammiferi e dell'uomo (cfr. pagg. 389 e 399).

Ventesimo grado: **Marsupiali (Marsupialia).**

Le tre sottoclassi dei mammiferi sono, come abbiamo visto precedentemente, collegate fra loro in tal guisa che i marsupiali, tanto sotto il rapporto anatomico che sotto quello ontogenetico e filogenetico, formano il diretto passaggio fra i monotremi ed i placentali (pag. 382). Perciò antenati dell'uomo se ne devono esser trovati anche fra i marsupiali. Essi nacquero dai monotremi, cui appartennero anche i promammali, pel dividersi della cloaca in intestino retto e seno urogenitale, pel formarsi d'un capezzolo alla ghiandola mammaria e per parziale regresso delle ossa coracoidi (pag. 382). I più antichi marsupiali vissero ad ogni modo già nel periodo giurassico (forse già nel triasico) e traversarono una serie di stadii che prepararono l'origine dei placentali che si ebbe durante il cretaceo. La sicura prova della nostra origine da marsupiali che nel complesso della struttura erano vicino alle sarighe od *opossum* tuttora viventi è data dall'anatomia comparata ed ontogenesi dei mammiferi (cfr. pag. 380).

Ventunesimo grado: **Proscimmie (Prosimiae).**

Uno dei più interessanti ed importanti ordini di mammiferi è, come abbiamo già visto più sopra, il piccolo gruppo delle proscimmie. Esso contiene verosimilmente le dirette forme-stipiti delle vere scimmie, e perciò anche dell'uomo. Le proscimmie nostre progenitrici non avevano probabilmente che poca rassomiglianza esterna colle proscimmie a brevi piedi (*brachytarsi*) tuttora viventi, sopratutto col maki, indri e lori (pag. 398). Esse nacquero (verosimilmente nel periodo cretaceo, forse solo al principio dell'èra cenolitica o terziaria) da ignoti marsupiali affini alle sarighe, pel formarsi d'una placenta, per la perdita della borsa e delle ossa coracoidi e per il maggiore sviluppo del corpo calloso nel cervello. Forse però le proscimmie si sono svolte da un ramo di creodonti che presentemente vengono considerati come il più antico gruppo-stipite comune dei placentali carnivori. La sicura prova che le vere scimmie, e perciò anche il genere umano, provengono direttamente dalle proscimmie si deve cercare nell'anatomia comparata ed ontogenesi dei marsupiali e dei placentali (pag. 380).

Ventiduesimo grado: **Cinopiteci (Cynopitheca).**

Delle due sezioni delle vere scimmie che si svilupparono dalle proscimmie solo quella delle catarrine ha stretta consanguineità coll'uomo. I nostri più antichi antenati appartenenti a questo gruppo erano forse simili ai tuttora viventi nasichi e semnopiteci, colla stessa dentatura e lo stesso naso stretto dell'uomo, ma con corpo ancora fittamente peloso e con lunga coda (pag. 405). Questi cinopiteci o scimmie caudate a

narici ravvicinate (*catarhina menocerca*) nacquero dalle proscimmie per modificazione della dentatura e trasformazione degli artigli in unghie, e ciò probabilmente già nella antica età terziaria. La prova sicura della nostra discendenza da catarrini caudati sta nell'anatomia comparata e ontogenesi delle scimmie e dell'uomo (cfr. pagg. 402-405).

Ventitreesimo grado: **Antropoidi (Antropoides).**

Fra tutte le scimmie ancora viventi le più vicine all'uomo sono i grandi catarrini senza coda, l'orango e il gibbon nell'Asia, il gorilla ed il scimpanzè nell'Africa. Questi antropoidi o scimmie-uomini nacquero probabilmente durante l'età terziaria media, nel periodo miocenico. Essi si svilupparono dai catarrini caudati del grado precedente, coi quali essi concordano in ciò che v'ha di essenziale, per perdita della coda, parziale perdita del pelame e preponderante sviluppo della parte cerebrale sulla parte facciale del cranio. Questi antenati dell'uomo non si possono più cercare fra i moderni antropoidi, sibbene fra gli ignoti antropoidi estinti del periodo miocenico (pag. 407). La sicura prova della loro antica esistenza è data dall'anatomia comparata delle scimmie antropoidi e dell'uomo (pagg. 404 e 407).

Ventiquattresimo grado: **Pitecantropi (Pithecanthropi).**

Sebbene i progenitori umani dello stadio precedente siano già così affini ai veri uomini che quasi non vi ha bisogno di ammettere ancora un grado intermedio che colleghi questi con quelli, noi possiamo tuttavia considerare ancora come tale quello degli uomini primitivi senza favella (alali). Questi pitecantropi od uomini-scimmie vivevano verosimilmente già verso la fine dell'età terziaria. Essi nacquero dagli antropoidi o scimmie-uomini pel completo abituarsi all'incesso eretto e pel corrispondente maggior differenziamento delle due paia di estremità. La « mano anteriore » degli antropoidi divenne in essi « la mano dell'uomo », la « mano posteriore » invece divenne piede ambulatore. Sebbene questi pitecantropi non solo per la forma esterna del loro corpo, ma anche pel loro interno sviluppo intellettuale debbano già essere stati molto più vicini all'uomo propriamente detto che non gli antropoidi, mancava ad essi tuttavia il vero carattere principale dell'uomo, la lingua umana articolata, formata di parole e l'annesso sviluppo superiore della coscienza e del pensiero. La prova sicura che tali uomini primitivi senza parola o pitecantropi devono aver preceduto l'uomo parlante, ogni uomo ragionante la ricaverà dalla glottologia comparata (« anatomia comparata » del linguaggio) e sopratutto della storia dell'evoluzione del linguaggio tanto in ogni ragazzo (ontogenesi glottica) quanto in ogni popolo (filogenesi glottica) (cfr. pag. 422).

Venticinquesimo grado: **Uomini (Homines).**

I veri uomini si svilupparono dai pitecantropi dello stadio precedente pel graduato svolgersi del linguaggio di suoni proprio degli animali in linguaggio articolato di parole. Di pari passo collo sviluppo di questa funzione andò naturalmente quello dei suoi organi, il maggior differenziamento della laringe e del cervello. Il passaggio dai pitecantropi privi di favella ai veri uomini parlanti ebbe luogo al più tardi al principio dell'èra quaternaria o del periodo diluviale, probabilmente però già prima, nel terziario recente. Poichè secondo il concorde avviso della maggior parte dei linguisti di vaglia non tutte le lingue umane sono da ricavarsi da una lingua primitiva comune, ci è lecito ammettere con grande verosimiglianza un'origine molteplice del linguaggio e corrispondentemente anche un molteplice passaggio di pitecantropi senza favella ai veri uomini parlanti.

Serie dei progenitori dell' Uomo.

PERIODI GEOLOGICI	SERIE	GRADI PRINCIPALI	PIÙ PROSSIMI PARENTI VIVENTI
Prima êra della storia organica della terra (êra archeozoica o primordiale): A. Laurenziano - B. Cambriano C. Siluriano (pag. 218)	I. Protozoi (Protozoa)	1. Monera (Monere)	Protamoeba
		2. Protozoa (Unicellulari) . .	Amoeba
		3. Moraeada (Pluricellulari).	Morula
		4. Blastaeada (Sfere cave) .	Volvox, Magosphaera
	II. Metazoi invertebrati (Evertebrata)	5. Gastraeades (Gastreadi) .	Hydra, Prophysema
		6. Platodes (Vermi piatti) . .	Rhabdocoela
		7. Nemertina (Nemertini) . .	Nemertina
		8. Enteropneusta (Enteropneusti)	Balanoglossus
		9. Prochordonia (Procordati)	Copelata
M			N
PALAEOZOA . Siluriano	III. Vertebrati inferiori (Ichthyopsida)	10. Acrania (Acranii)	Amphioxus
		11. Cyclostoma (Ciclostomi) .	Petromyzon
		12. Selachii (Selaci)	Squali
Devoniano	Id.	13. Ganoides (Ganoidi)	Sturio
		14. Dipneusta (Dipnoi)	Ceratodus
Carbonifero . . .	IV. Anfibi e rettili	15. Stegosauria (Perennibr.) .	Proteus
		16. Urodela (Urodeli)	Salamandrina
Permiano	Id.	17. Protamnia (Prorettili) . .	Lacertilia
		18. Theriosauria (Mammalorettili) .	Hatteria
MESOZOA . . Triasico . . . . . Giurassico . . . . Cretaceo	V. Mammiferi	19. Promammalia (Promammali)	Echidna
		20. Marsupialia (Marsupiali) .	Didelphys (Sariga)
		21. Prosimiae (Proscimmie) .	Stenops
CAENOZOA . . . Terziario	Id.	22. Cynopitheca (Scimmie caudate)	Semnopithecus
		23. Anthropoides (Scimmie antropomorfe)	Gorilla, Orango
		24. Alali (Uomini-scimmie) . .	Hylobates (Scimia cantante)
ANTHROPOZOA . Quaternario. . .	Id.	25. Homo (Uomo parlante) . .	Australiani, Ottentotti

La linea M.....N segna il limite fra i progenitori invertebrati e quelli vertebrati.

Avuto riguardo alle sovraesposte divisioni primarie naturali del sistema animale si possono dividere i suddetti venticinque gradi della nostra serie di progenitori nei seguenti tre grandi gruppi: I. Progenitori protozoi (1 e 2 protozoi unicellulari, 3 e 4 protozoi pluricellulari); II. Progenitori invertebrati (5-9); III. Progenitori vertebrati (10-16 vertebrati inferiori, 17-25 vertebrati superiori). La più o meno probabile distribuzione cronologica di essi nei diversi periodi principali della storia della terra è compendiata ancora una volta nello specchietto seguente (Cfr. cap. XV-XIX della mia *Antropogenia*, 3ª ediz. 1877).

Le grandiose scoperte della moderna paleontologia, sopratutto quelle riguardanti i vertebrati, ci permettono di sperare che per ulteriori loro progressi la conoscenza della serie dei nostri antenati animali verrà ancora notevolissimamente completata. Tuttavia è probabile che la maggioranza dei gradi qui ammessi rimarrà, conservando la distribuzione seriale qui ammessa. Il loro numero crescerà tanto più e tanto maggior numero di anelli di collegamento fra quei gradi verrà constatato quanto più i progressi dell'anatomia comparata e dell'ontogenesi ci permetteranno di vedere a fondo in questa importantissima ed interessantissima parte della filogenesi.



VENTOTTESIMA CONFERENZA

Migrazione e diffusione del genere umano. Specie e razze umane.

Antichità del genere umano. — Cause della sua origine. — Origine della favella umana. — Lingua di suoni e lingua di concetti. — Scimmie cantatrici. — Origine monofiletica e polifiletica del genere umano. — Discendenza dell'uomo da molte paia. — Classificazione delle razze umane. — Misure del cranio. — Sistema delle dodici specie umane. — Uomini a capelli lanosi od ulotrichi. — Uomini a capelli a ciuffo (Papua, Ottentotti). — Uomini a capelli vellosi (Cafri, Negri). — Uomini a capelli lisci o lissotrichi. — Uomini a capelli rigidi (Malesi, Mongoli, Artici, Americani). — Uomini a capelli ondulati (Australiani, Dravidi, Nubii, Mediterranei). — Popolazione. — Patria primitiva dell'uomo. — (Asia meridionale o Lemuria). — Caratteri dell'uomo primitivo. — Il sogno dell'uomo primitivo. — Numero delle lingue primitive (monoglottoni e poliglottoni). — Divergenza e migrazione del genere umano. — Distribuzione geografica delle specie umane.

Signori!

Il ricco tesoro di cognizioni che noi possediamo nell'anatomia comparata e nella embriologia dei vertebrati ci permette fin d'ora di stabilire le più importanti linee generali dell'albero genealogico umano nel modo che abbiamo fatto nelle ultime conferenze. Ciò malgrado voi non dovete aspettarvi di poter già fin d'ora avere un'idea soddisfacente di tutte le particolarità della filogenesi umana che d'ora in avanti formerà la profonda base dell'antropologia e perciò anche di tutte le altre scienze. Piuttosto lo svolgimento di questa scienza importante, cui noi possiamo dare ora la prima base, dovrà essere riservato a più esatte e profonde ricerche da farsi in avvenire. Ciò vale anche per quei punti speciali della filogenesi umana su cui getteremo ancora qui un rapido sguardo, voglio dire delle questioni sul tempo e sul sito dell'origine del genere umano come pure sulle differenti specie o razze in cui esso si è differenziato.

Anzitutto, per quanto riguarda il periodo di tempo nella storia della terra entro il quale lentamente e poco alla volta ebbe luogo la trasformazione delle scimmie più antropoidi negli uomini più pitecoidi, esso non si può naturalmente determinare nè in anni, nè in secoli. Ciò solo, per le ragioni esposte nelle ultime conferenze, possiamo con sicurezza affermare che l'uomo ad ogni modo discende da mammiferi placentali. Poichè ora di questi placentali non si trovano resti fossili che nei terreni terziarii così anche il genere umano non può essersi svolto dai perfezionati antropoidi prima dell'epoca terziaria. Ciò che v'ha però di più probabile si è che questo importantissimo processo della storia della terra ebbe luogo verso la fine dell'epoca terziaria, cioè nel pliocene, forse già nel miocene, ma però forse anche solo al principio del periodo diluviale. Ad ogni modo l'uomo viveva come tale nell'Europa centrale già durante l'epoca diluviale insieme con molti grandi mammiferi da gran tempo estinti, cioè

l'elefante diluviale o mammuth (*Elephas primigenius*), il rinoceronte lanoso (*Rhinoceros tichorhinus*), il cervo gigante (*Cervus euryceros*), l'orso delle caverne (*Ursus spelaeus*), la iena delle caverne (*Hyaena spelaea*), la tigre delle caverne (*Felis spelaea*), ecc. I risultati messi in luce dalla moderna geologia ed archeologia su questi uomini fossili dell'età diluviale e sui suoi contemporanei animali sono del massimo interesse. Poichè però un più minuto esame di essi oltrepasserebbe di molto lo spazio che abbiam disponibile, io mi contento di rilevarne in generale l'alta importanza e vi rimando per maggiori ragguagli ai numerosi scritti comparsi recentemente sulla storia dell'uomo primitivo, sopratutto agli ottimi lavori di Carlo Lyell (30), John Lubbock (44), L. Büchner (43), Paolo Topinard (68), Carus Sterne (26), ecc.

Le molte interessanti scoperte largiteci dalle estese ricerche degli ultimi decennii sopra la storia primitiva del genere umano, mettono fuori di dubbio il fatto importante (e già da gran tempo probabile anche per molte altre ragioni) che l'*esistenza del genere umano* risale ad ogni modo a più di ventimila anni. Verosimilmente però son scorsi dalla sua comparsa *più di centomila anni*, forse molte centinaia di migliaia d'anni e deve per contrasto apparire molto comico che ancora oggidì il nostro calendario ponga la « creazione dell'uomo secondo Calvisius » a 5838 anni fa.

Ora che voi calcoliate a ventimil'anni, o a centomila, o a molte centinaia di migliaia d'anni il tempo durante il quale il genere umano esistette già come tale e si diffuse sulla terra, in ogni caso questo lasso di tempo è nulla a petto dell'inconcepibile durata del tempo richiesto dal graduale sviluppo della lunga serie degli antenati umani. Ciò appare già dal minimo spessore che possiedono i depositi diluviali a paragone dei terziarii e quello ancora di questi ultimi a paragone di quelli che precedettero (confrontare pag. 221). Ma anche la serie infinitamente lunga delle forme animali lentamente sviluppantisi passo per passo, dalla semplicissima monera fino alla gastrea, dai platodi fino all'amphioxus, dal ciclostoma sino al selace, dal ganoide al prorettile, dal teriosauro al primo mammifero e da questo ancora fino all'uomo appare nella sua evoluzione storica una serie di periodi che verosimilmente comprende molti milioni di millennii (cfr. pag. 72).

Quei processi evolutivi che occasionarono direttamente l'originarsi degli uomini più pitecoidi dalle scimmie più antropoidi sono da cercarsi in due adattamenti di questi ultimi i quali sopra tutti gli altri formano la leva del loro umanizzamento, *l'incesso eretto e la parola articolata*. Queste due funzioni fisiologiche nacquero necessariamente insieme a due corrispondenti modificazioni morfologiche colle quali esse stanno in istretta correlazione, cioè *il differenziamento delle due paia di estremità* ed *il differenziamento della laringe*. L'importante perfezionamento di questi organi e delle loro funzioni dovette però ancora necessariamente reagire sul *differenziamento del cervello e delle attività psichiche che ne dipendono* e così rimaneva aperta la via per l'infinita carriera in cui l'uomo d'allora in poi ha progredito ed ha di tanto sopravanzato i suoi antenati animali.

Come primo e più importante di questi tre potenti processi evolutivi dell'organismo umano noi dobbiamo rilevare il *maggior differenziamento e perfezionamento delle estremità* il quale fu portato dall'*abitudine dell'incesso eretto*. Pel fatto che i piedi anteriori dei piteci nostri antenati prendevano e conservavano sempre più esclusivamente la funzione di afferrare e palpeggiare, ed i piedi posteriori invece assumevano e conservavano sempre più esclusivamente quella del camminare, si accentuò sempre più quell'opposizione tra la mano ed il piede che per vero non è esclusivamente

propria all'uomo ma che però è in esso molto più fortemente sviluppata che non nelle scimmie più antropoidi. Questo differenziamento dell'estremità anteriore dalla posteriore non solo era estremamente vantaggioso per il perfezionarsi di queste parti ma portò con sè in pari tempo un'intera serie di importantissime variazioni nel resto della struttura corporea. Tutta la colonna vertebrale, sopratutto però la gabbia toracica, i cingoli toracico e pelvico, come pure la relativa musculatura, subirono per ciò quelle stesse trasformazioni per cui il corpo umano si distingue da quello delle scimmie più antropoidi. Verosimilmente questi mutamenti si compirono già molto prima dell'origine della favella articolata ed il genere umano esisteva già da gran tempo colla sua andatura eretta e la caratteristica forma umana che ne è la conseguenza, prima che si compisse lo sviluppo proprio della favella umana e con esso la seconda e più importante parte dell'umanizzazione. Noi possiam dunque ben a ragione distinguere come uno speciale (24°) grado della nostra serie di antenati l'uomo senza favella (*Alalus*) od uomo-scimmia (*Pithecanthropus*) il quale corporalmente era bensì più simile all'uomo in tutti i suoi caratteri essenziali, ma che però era ancor privo della parola articolata (pag. 416).

L'origine del *linguaggio articolato* ed il relativo *differenziamento e perfezionamento della laringe* è da considerarsi, come abbiam visto, quale un secondo ed importantissimo stadio del processo evolutivo dell'umanizzamento. Fu essa senza alcun dubbio che più di tutti aiutò a scavare il profondo abisso fra l'uomo e le bestie e che in primo luogo determinò pure i più importanti progressi dell'attività psichica e dell'annessovi perfezionamento del cervello. Certamente, come mezzo di comunicare le sensazioni, i desideri, i pensieri, una lingua esiste anche in moltissimi animali, parte come linguaggio di segni, parte come linguaggio di toccamenti o contatti, parte come linguaggio di suoni o di toni. Ma un vero linguaggio di parole o linguaggio di pensiero, un cosidetto « linguaggio articolato » che per astrazione trasforma i suoni in parole e collega le parole in proposizioni è, per quanto sappiamo, una proprietà quasi esclusiva dell'uomo. Solo il canto degli uccelli è una funzione fisiologica somigliante.

Il *linguaggio dei mammiferi*, come per esempio il latrato del cane, il notturno lamento del gatto, il nitrito del cavallo, il barrito dell'elefante, ecc., non sono che linguaggi di interiezione, cioè appelli isolati che esprimono certi sensi o desiderii del mammifero. In mammali viventi in società queste espressioni delle loro sensazioni o volontà possono raggiungere ancora un significato più esteso, come di comando, di allarme, di richiesta d'aiuto, ecc. Inoltre la loro efficacia può venire anche essenzialmente rafforzata dal *linguaggio dei segni*. Ora, sebbene il più di questi linguaggi di interiezione o linguaggi di suoni stiano ancora ben al di sotto della lingua articolata, lingua di concetti, dell'uomo, noi dobbiamo pur tuttavia vedere nei primi lo *stadio filogenetico preparatore* della seconda; così pure nel linguaggio tonale degli uccelli cantatori. Questo concetto è appoggiato dal fatto rimarchevole che oltre all'uomo vi è ancora un secondo *mammifero cantatore* e che questo appartiene alla famiglia delle scimmie antropomorfe. Un gibbon indiano (*Hylobates agilis*) canta in toni perfettamente puri e risonanti la scala di un'ottava salendo e discendendo, ed i toni di questa scala distanti l'un l'altro precisamente di un mezzo tono. Questa *scimmia cantatrice* indiana sta al di sopra delle scimmie urlatrici americane press'a poco quanto sta l'usignuolo al di sopra della cornacchia.

Più d'ogni altra cosa dovette l'origine della favella umana esercitare un'azione nobilitante e trasformante sulla vita psichica umana e così agire sul cervello. Il *maggior*

differenziamento e perfezionamento del cervello e della *vita psichica* che è la più elevata *funzione del cervello*, si svolse interferendo direttamente col suo estrinsecarsi per mezzo del linguaggio. Perciò i più segnalati cultori della glottologia comparata poterono a ragione vedere nell'evoluzione del linguaggio umano il più importante processo che divide l'uomo dai suoi progenitori animali. Ciò fu sopratutto rilevato da Augusto Schleicher nel suo scritto *Sull'importanza del linguaggio per la storia naturale dell'uomo* (6). V'ha qui uno dei più stretti punti di contatto fra la zoologia comparata e la glottologia comparata e qui la teoria dell'evoluzione dà a quest'ultima il cómpito di seguire passo per passo l'origine del linguaggio. Questo cómpito altrettanto importante quanto interessante è stato intrapreso recentemente con fortuna da varie parti, così sopratutto da Lazzaro Geiger e da Guglielmo Bleek (35) il quale da molti anni si occupava nell'Africa meridionale dello studio delle lingue delle più infime razze umane e perciò era specialmente adatto alla soluzione di questo quesito. Come le diverse forme di lingue, come tutte le altre forme e funzioni organiche, si siano sviluppate col processo della scelta naturale, e si siano suddivise in molte specie e varietà, è stato spiegato ottimamente da Augusto Schleicher in base alla teoria della selezione.

Noi non abbiamo qui spazio per seguire più oltre il processo della formazione del linguaggio e perciò vi rimando sopratutto all'importante scritto dianzi menzionato di Guglielmo Bleek *Sull'origine del linguaggio* (35). Questo segnalato glottologo in una lettera a me diretta espresse l'opinione che *tutte le differenti lingue umane hanno un'origine unica o monofiletica.* « Esse posseggono tutte veri pronomi e la conseguente divisione delle parti del discorso. Ora la storia dello sviluppo del linguaggio ci mostra chiaro che il possesso di veri pronomi è stato acquisito per adattamento, e ciò in un modo che non può aver avuto luogo più di una volta ». Per contro molti altri celebri linguisti sono d'avviso che il linguaggio umano ha un'origine molteplice o polifiletica. Così sopratutto lo Schleicher, una delle prime autorità in questa materia, afferma che « *già i primi principii del linguaggio, tanto pei suoni che pei concetti e le idee espresse dai suoni e finalmente anche per la loro potenzialità di sviluppo, devono essere stati differenti.* Infatti è positivamente impossibile ricondurre tutte le lingue ad una lingua primitiva comune. Piuttosto da un esame fatto senza preconcetti risultano tante lingue primitive quanti tronchi linguistici si possono distinguere ». Così pure anche Federico Müller (42) ed altri segnalati linguisti ammettono un'origine propria ed indipendente dei tronchi linguistici e delle loro lingue primitive. Come è noto però i limiti di questi tronchi e loro ramificazioni non corrispondono per nulla ai limiti delle diverse specie o cosidette « razze » umane che noi distinguiamo nell'uomo basandoci su caratteri del suo corpo. In ciò, come nelle intricate condizioni della mescolanza delle razze e della larga formazione di ibridi, sta la grande difficoltà che si presenta a chi voglia seguire l'albero genealogico umano nei suoi singoli rami, cioè nelle specie, razze, varietà, ecc.

Malgrado queste grandi difficoltà noi non possiamo a meno di gettare qui ancora un rapido sguardo su queste diramazioni dell'albero genealogico umano e in questa occasione di chiarire dal punto di vista della teoria della discendenza la questione tanto discussa dell'origine unica o molteplice del genere umano, delle sue specie o varietà. Come è noto, in questo campo stanno da molto tempo di fronte due grandi partiti, i monofileti ed i polifileti. I *monofileti* (o monogenisti) affermano l'origine unica e la consanguineità di tutte le specie umane. I *polifileti* (o poligenisti) sono invece d'avviso che le diverse specie o razze umane hanno origine indipendente. Dopo

le sovra esposte ricerche genealogiche non può restarvi dubbio che *in vasto senso* il concetto giusto sia in ogni caso quello *monofiletico*. Infatti, anche presupposto che la trasformazione di scimmie antropoidi in uomini avesse avuto luogo più d'una volta, tuttavia quelle stesse scimmie sarebbero di nuovo collegate dall'albero genealogico monofiletico dell'intero ordine delle scimmie od almeno delle catarrine. Non si tratterebbe dunque mai d'altro che della maggiore o minore lontananza del grado di vera consanguineità. In *istretto senso* potrebbe invece aver ragione l'idea *polifiletica* in quanto che le diverse lingue primitive si son forse sviluppate affatto indipendentemente le une dalle altre. Se dunque si considera il nascere del linguaggio articolato come il vero atto essenziale dell'umanizzamento, e se poi si ammette un'origine molteplice del linguaggio ed in pari tempo si vogliono distinguere le specie del genere umano secondo i loro tipi linguistici, si potrebbe dire che le diverse specie umane siano nate indipendentemente le une dalle altre pel fatto che diversi rami degli uomini primitivi privi di favella e nati direttamente da scimmie si abbiano foggiato indipendentemente le loro lingue primitive. Naturalmente però queste dovrebbero pur sempre essere unite insieme alla loro radice, sia più in alto o più in basso, cosicchè in ultima analisi sarebbero tutte da ricavarsi da uno stipite primitivo comune.

Mantenendoci ora fermi in quest'ultima convinzione e per molte ragioni rimanendo d'avviso che le diverse specie di uomini primitivi discendono tutte da una forma comune di scimmie antropoidi, con ciò non vogliamo naturalmente dire che *tutti gli uomini discendono da un solo paio*. Quest'ultima opinione che la nostra moderna coltura indo-germanica ha preso dal mito semitico della cosmogonia mosaica non è in nessun caso sostenibile. Tutta la famosa questione se il genere umano discenda o no da un solo paio riposa sul modo falso con cui si è posto il quesito. Essa è altrettanto insensata come la questione se tutti i cani da caccia od i cavalli da corsa discendano da un paio solo. Con ugual ragione si potrebbe chiedere se tutti i tedeschi o tutti gli inglesi « discendano da un sol paio » e così via. Non vi è mai stato un « primo paio d'uomini » nè « un primo uomo » come non c'è mai stato un primo paio od un primo individuo di inglesi, di tedeschi, di cavalli da corsa o di cani da caccia. Il formarsi di una nuova specie da una specie sussistente segue sempre naturalmente in tal guisa che una lunga serie di molti individui differenti prende parte al lento processo di trasformazione. Supposto anche che avessimo davanti a noi le une presso le altre tutte le diverse paia di antropomorfi e pitecoidi che appartengono alla vera catena degli antenati dell'uomo sarebbe sempre affatto impossibile senza il massimo arbitrio il designare uno di questi paia di antropoidi come « primo paio ». Altrettanto poco è possibile derivare da un « primo paio », nel senso dei miti cosmogonici, ognuna delle dodici specie o razze umane che noi stiamo per considerare.

Le difficoltà in cui ci imbattiamo nella classificazione delle diverse razze o specie di uomini sono affatto le stesse che ci si offrono nella sistematica delle specie animali e vegetali. Qui come là le forme che in apparenza sono affatto diverse sono tuttavia collegate l'una all'altra da una catena di forme intermedie di transizione. Qui come là la lite su ciò che sia specie e razza o varietà non può mai venir decisa. Come è noto si ritenne dal Blumenbach in poi che il genere umano si divida in cinque razze o varietà, cioè: 1º la razza etiopica o nera (Negri africani); 2º la razza malese o bruna (Malesi, Polinesi ed Australiani); 3º la razza mongolica o gialla (la maggior parte della popolazione dell'Asia e gli Eschimesi del Nord-America); 4º la razza americana o rossa (gli aborigeni dell'America) e 5º la razza caucasica o bianca (Europei, Nord-africani ed

Asiatici del sud-ovest). Queste cinque razze dovevano tutte, in omaggio alla leggenda giudaica della creazione, discendere « da un paio », Adamo ed Eva, e perciò dovevano essere solo varietà di una specie. Frattanto studiando senza preconcetti non può esservi alcun dubbio sul fatto che le differenze fra queste cinque razze sono altrettanto e ancora più grandi che le « differenze specifiche » su cui si fondano zoologi e botanici per distinguer le specie riconosciute valide (*bonae species*) di animali e piante. Con ragione afferma perciò il valente paleontologo Quenstedt: « Se i Negri ed i Caucasici fossero chiocciole, i zoologi, con unanime consentimento, li darebbero per due specie eccellenti che mai avrebbero potuto essersi formate da un solo paio per graduale differenziamento ».

I caratteri pei quali si distinguono per solito le razze umane sono parte presi dalla capigliatura, parte dal colorito della pelle, parte dalla conformazione del cranio. Per quest'ultimo rapporto si distinguono come due forme estreme i dolicocefali (teste lunghe) ed i brachicefali (teste corte). Nei *dolicocefali*, il cui più grande sviluppo si trova fra i Negri ed Australiani, il cranio è allungato, stretto, lateralmente compresso. Nei *brachicefali*, invece, il cranio è compresso dall'avanti all'indietro, breve e largo, come salta agli occhi sopratutto nei Mongoli. I *mesocefali* (teste medie) che stanno fra questi due estremi sono sopratutto predominanti fra gli Americani. In ognuno di questi tre gruppi occorrono dei *prognati* (a denti obliqui) in cui le mascelle sono, come nei musi delle bestie, fortemente sporgenti e perciò i denti incisivi sono diretti obliquamente all'innanzi, e degli *ortognati* (a denti diritti) in cui le mascelle sporgono poco e gli incisivi sono verticali. In questi ultimi trent'anni si è speso molta fatica e molto tempo nell'esatta osservazione e misurazione dei cranii senza essere ricompensati da un risultato condegno. Infatti entro ai limiti di una stessa specie, come per esempio della mediterranea, la forma del cranio può variare tanto da mostrare disposizioni estremamente opposte. Inoltre l'inutile lavoro da Danaidi di questa cosidetta « *esatta* craniometria » fu eseguito in gran parte da antropologi cui mancavano le indispensabili cognizioni preliminari sull'*anatomia comparata* del cranio dei vertebrati. Punti di partenza molto migliori sono dati per la classificazione delle specie umane dalla *capigliatura* e dal linguaggio, specialmente dalla tipica *struttura dei capelli* perchè questa si eredita molto più fedelmente che non la forma del cranio.

Per la intricata questione della parentela dei maggiori e minori gruppi di « razze » sono sopratutto importanti i recenti risultati della *glottologia comparata*. Perciò nella recente ed ottima trattazione delle razze umane data dal linguista viennese Federico Müller nella sua eccellente *Etnografia* (42) il linguaggio è messo a ragione in prima linea. Frattanto anche il carattere della *capigliatura* è di grande importanza. Sebbene per se stesso sia certamente un carattere morfologico secondario, sembra tuttavia in complesso che entro ai limiti della razza esso si erediti fedelmente. Delle dodici specie di uomini che noi distinguiamo (pag. 426) le quattro specie inferiori si distinguono per la lanosità della capigliatura; ogni capello è appiattito a nastro e nelle sezioni appare però elittico o tondeggiante-allungato. Noi possiamo dividere queste quattro specie di *ulotrichi* (uomini dai capelli lanosi) in due gruppi: in lofocomi ed eriocomi. Nei *lofocomi* (dai capelli a ciuffi), i Papua e gli Ottentotti, i capelli, irregolarmente distribuiti, crescono in piccoli ciuffetti. Negli *eriocomi* (a capelli formanti un vello), cioè nei Cafri e Negri, i capelli lanosi sono distribuiti uniformemente su tutta la pelle del capo. Tutti gli ulotrichi sono prognati e dolicocefali. Il colore della pelle, del pelo e degli occhi è sempre molto scuro. Tutti sono abitatori dell'emisfero australe;

solo in Africa essi varcano l'equatore. In generale il loro grado di sviluppo è molto più basso e molto più vicino alle scimmie che quello del più dei lissotrichi. Gli ulotrichi sono incapaci d'una vera e intima cultura e d'una superiore elevazione intellettuale anche in condizioni così favorevoli come quelle che loro sono ora offerte negli Stati Uniti dell'America del Nord. Nessun popolo a capelli lanosi ha mai avuto una « storia » notevole.

Nelle otto specie umane superiori che noi riuniamo sotto il nome di lissotrichi (uomini dai capelli lisci), la capigliatura non è mai propriamente lanosa, anche quando in qualche individuo essa si increspi. Infatti ogni capello è cilindrico (non nastriforme) e perciò la sua sezione è circolare (non elittica). Anche le otto specie di lissotrichi possiamo dividerle in due gruppi: euticomi (a capelli rigidi) ed euplocami (a capelli ondulati). Agli *euticomi*, in cui i capelli sono affatto lisci e dritti, non increspati, appartengono i Malesi, Mongoli, Artici ed Americani. Agli *euplocami* invece, in cui i capelli sono sempre più o meno ondulati ed anche la barba è più sviluppata che in tutte le altre specie, appartengono gli Australiani, i Dravidi, i Nubii ed i Mediterranei (cfr. tav. XX).

Ora, prima di fare il tentativo di chiarire ipoteticamente la divergenza filetica del genere umano ed il nesso genealogico delle sue diverse specie, vogliamo premettere un breve cenno delle dodici suddette specie umane e della loro distribuzione. Per farci un'idea chiara della loro distribuzione geografica noi dobbiamo portarci indietro di tre o quattro secoli, nel tempo in cui le Isole indiane e l'America erano appena allora scoperte ed in cui la complicata miscela delle specie, specialmente lo straripamento della razza indo-germanica, non erano ancora così progrediti. A questo tempo si riferisce la nostra tavola XX. Noi cominciamo, salendo dagli infimi, cogli uomini a capelli lanosi (*ulotriches*) i quali tutti sono dolicocefali prognati dalla tinta scura.

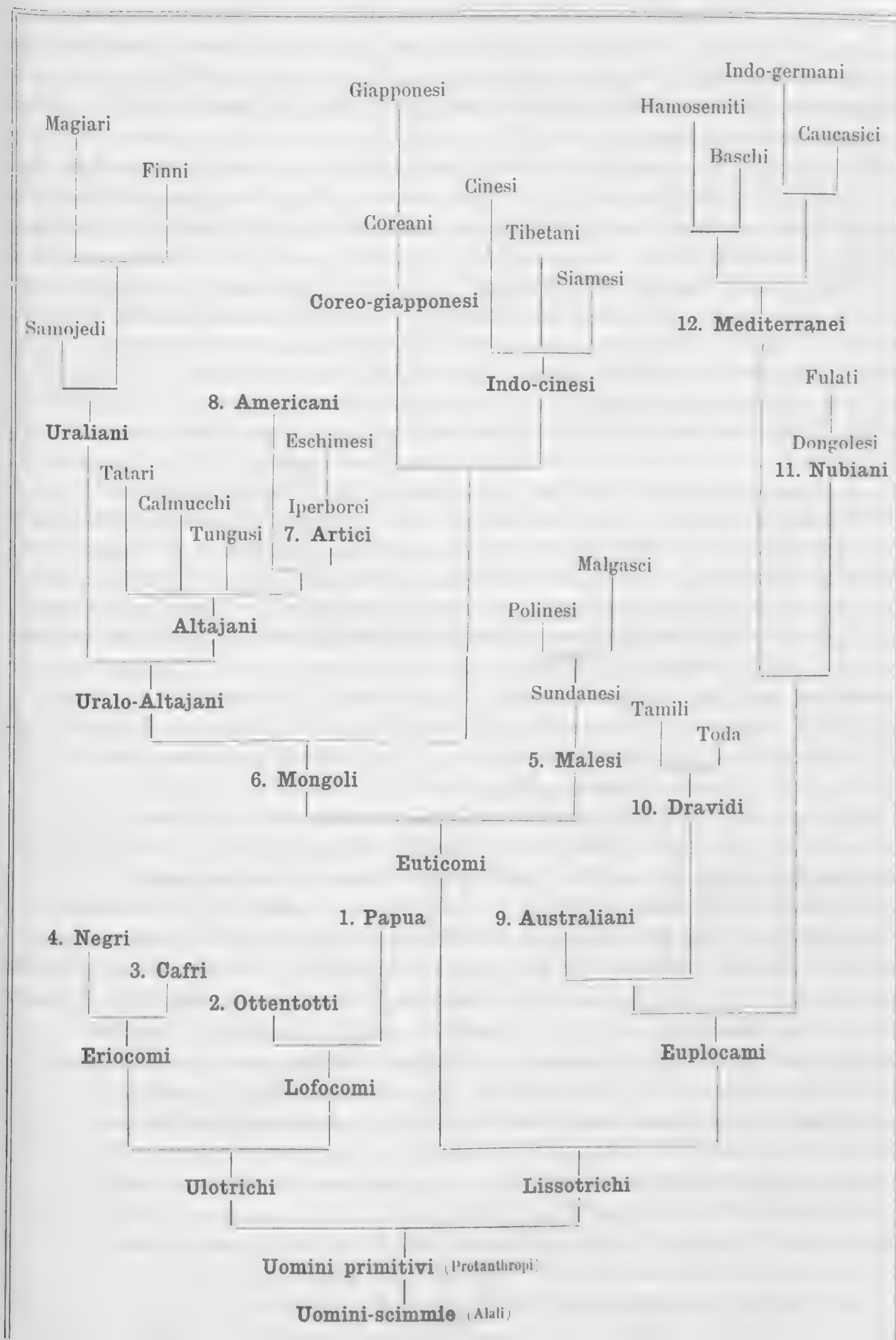
Fra tutte le specie umane ancora viventi la più vicina alla forma-stipite originaria degli ulotrichi è forse quella dei Papua (*Homo papua*). Questa specie non abita più, presentemente, che la grande isola della Nuova Guinea e l'Arcipelago Melanesico collocato ad oriente di essa (le Isole Salomone, la Nuova Caledonia, le Nuove Ebridi, ecc.). Sparsi resti di essa si trovano ancora nell'interno della penisola di Malacca come pure in varie isolette del grande oceano Pacifico, sopratutto nelle inaccessibili regioni montuose dell'interno, così per esempio nelle Filippine. Anche i Tasmaniani, cioè la popolazione da poco tempo estinta della Terra di Van Diemen, appartenevano a questa specie. Da queste ed altre circostanze si ricava che i Papua avevano anticamente nel sud-est dell'Asia un'area di distribuzione molto più vasta. Da questa essi furono cacciati dai Malesi e respinti verso l'est. Tutti i Papua sono di colorito nero o piuttosto bruno-cioccolatto; ora questo tende più al bruno ora al grigio ardesiaco. I capelli crespi crescono in ciuffetti, sono contorti a spirale e spesso lunghi oltre a un piede, cosicchè essi formano un'ampia parrucca lanosa. La faccia mostra sotto una fronte stretta e depressa un naso grosso e rigonfio e grosse labbra sporgenti. Per la particolarità della loro capigliatura e della loro lingua i Papua si distinguono spiccatamente dai loro vicini lissotrichi, tanto dai Malesi che dagli Australiani. Anche altre differenze dei Papua sono così essenziali che li si deve considerare come una specie affatto distinta.

Molto affini pei loro capelli a ciuffo coi Papua, sebbene fisiognomicamente e geograficamente molto distanti da essi, sono gli Ottentotti (*Homo hottentottus*). Essi abitano esclusivamente l'Africa meridionale, la Terra del Capo e le parti vicine e qui sono immigrati dal nord-est. Come i Papua, anche gli Ottentotti occupavano anticamente

Specchio sistematico
delle 12 specie umane e delle loro 36 razze (*Cfr. tav. XX*).

	SPECIE	RAZZA	PATRIA	IMMIGRAZIONE da
LOPHOCOMI	1. Papua (Homo papua)	1. Negritos	Malacca, Filippine	Ovest
		2. Neo-Guineani	Nuova Guinea	Ovest
		3. Melanesi	Melanesia	Nord-ovest
		4. Tasmaniani	Terra di Van Diemen	Nord-est
	2. Ottentotto (Homo hottentottus)	5. Ottentotti	Terra del Capo	Nord-est
		6. Boschimani	Terra del Capo	Nord-est
ERIOCOMI	3. Cafro (Homo cafer)	7. Cafri-Zulù	Sud-Africa orientale	Nord
		8. Betsciuani	Sud-Africa centrale	Nord-est
		9. Cafri del Congo	Sud-Africa occidentale	Est
	4. Negro (Homo niger)	10. Negri-Tibù	Terra dei Tibù	Sud-est
		11. Negri del Sudan	Sudan	Est
		12. Senegambiani	Senegambia	Est
		13. Nigrizii	Nigrizia	Est
EUTHYCOMI	5. Malese (Homo malayus)	14. Sundanesi	Arcipelago di Sunda	Ovest
		15. Polinesi	Arcipelago pacifico	Ovest
		16. Malgasci	Madagascar	Est
	6. Mongolo (Homo mongolus)	17. Indo-Cinesi	Tibet, China	Sud
		18. Coreo-Giapponesi	Corea, Giappone	Sud-ovest
		19. Altajani	Asia centrale e settentrionale	Sud
		20. Uraliani	Nord-ovest dell'Asia, Europa settentrionale, Ungheria	Sud-est
	7. Artico (Homo arcticus)	21. Iperborei	Estremo nord-est dell'Asia	Sud-ovest
		22. Eschimesi	Estremo nord dell'America	Ovest
	8. Americano (Homo americanus)	23. Nord-Americani	Nord-America	Nord-ovest
		24. Centro-Americani	America centrale	Nord
		25. Sud-Americani	Sud-America	Nord
		26. Patagoni	Estremo sud dell'America	Nord
EUPLOCAMI	9. Australiano (Homo australis)	27. Australiani del nord	Australia settentrionale	Nord
		28. Australiani del sud	Australia meridionale	Nord
	10. Dravida (Homo dravida)	29. Tamili	Indostan	Nord
		30. Todas	Nilgiri	Nord
	11. Nubiano (Homo nuba)	31. Dongolesi	Nubia	Est
		32. Fulati	Terra di Fula (Africa centrale)	Est
	12. Mediterraneo (Homo mediterraneus)	33. Caucasiani	Caucaso	Sud-est
		34. Baschi	Estremo nord della Spagna	Sud (?)
		35. Hamosemiti	Arabia, Africa settentrionale, ecc.	Est
		36. Indo-germani	Sud-ovest dell'Asia, Europa, ecc.	Sud-est

Albero genealogico delle dodici specie umane.



uno spazio molto maggiore (probabilmente tutta l'Africa orientale) ed ora vanno incontro alla loro estinzione. Oltre ai veri Ottentotti, di cui ora non esistono più che le due stirpi del Koraka (nella Terra del Capo, all'est) e dei Namaka (all'ovest), si schierano qui anche i Boschimani (nelle regioni montuose interne della Terra del Capo). In tutti questi Ottentotti i capelli crespi crescono pure in ciuffetti separati come in una spazzola e contorti a spira nello stesso modo che nei Papua. Entrambe queste specie coincidono anche in ciò che nel podice del sesso femmineo si mostra una speciale tendenza all'accumularsi di grandi masse adipose (steatopigia). Il colore della pelle negli Ottentotti è però molto più chiaro, bruno-giallognolo o persino giallo-grigio. La faccia molto piatta e larga si distingue per fronte ristretta e naso piccolo ma con grandi narici. Il linguaggio è caratterizzato da molti suoni gutturali affatto peculiari.

I più prossimi parenti degli Ottentotti sono i Cafri (*Homo cafer*). Questa specie ricciuta si distingue dagli Ottentotti e dai Papua perchè la loro capigliatura lanosa non è divisa in ciuffetti ma copre il capo come un fitto vello (come nei Negri). Per verità questa distinzione non è ben recisa. Il colore della pelle passa per tutte le gradazioni dal bruno-giallognolo degli Ottentotti sino al nero-bruno od al puro nero dei veri Negri. Mentre una volta si attribuiva alla razza cafra una ristrettissima area di distribuzione e la si considerava per solito solo come una varietà dei veri Negri, ora invece si ascrive a questa specie quasi tutta la popolazione dell'Africa equatoriale da 20 gradi di latitudine sud sino a 4 gradi di latitudine nord, comprendendovi così tutti i Sud-Africani ad esclusione degli Ottentotti. Le appartengono in special modo sulla costa orientale i Zulù ed i popoli dello Zambese e del Mozambico, nell'interno la grande famiglia dei Besciuani o Setsciuani ed alla costa occidentale le stirpi degli Herrero e Congo. Anche essi, come gli Ottentotti, sono immigrati dal nord-est. Dai Negri sudanesi, coi quali i Cafri venivano per solito riuniti, si distinguono questi ultimi molto nettamente per la conformazione del cranio e per la lingua. Il viso è lungo e stretto, la fronte alta e convessa, il naso sporgente, spesso ricurvo, le labbra non tanto risvoltate ed il mento acuto. Le svariate lingue delle diverse stirpi cafre si possono tutte derivare da una lingua primitiva estinta, la *lingua bantù*.

Il gruppo dei Sudanesi o dei veri « Negri » in stretto senso (*Homo niger*), dopo esclusi i Cafri, Ottentotti e Nubii, non comprende più che i Tibù nella regione orientale del Sahara, i popoli del Sudan o Sudanesi, che vivono ai limiti meridionali di questo gran deserto e le popolazioni delle coste dell'Africa occidentale dalla foce del Senegal a nord sin sotto la foce del Niger al sud (Senegambiani e Nigrizii). I veri Negri sono dunque racchiusi fra l'equatore ed il tropico del cancro, il quale ultimo non viene oltrepassato che da una piccola parte della razza Tibù all'est. Entro i limiti di questa zona la specie negra si è espansa venendo da oriente. Il colorito della pelle nei veri Negri è sempre un nero più o meno puro. La pelle è vellutata al tatto e distinta da una speciale secrezione che emana un cattivo odore. Mentre i Negri concordano coi Cafri per la capigliatura lanosa, se ne distinguono abbastanza essenzialmente per l'aspetto facciale. La fronte è più piatta e bassa, il naso è largo e grosso, non sporgente, le labbra sono tumidissime ed il mento molto breve. Infine i veri Negri sono caratterizzati da polpacci molto esili e braccia molto lunghe. Questa specie umana deve essersi disgregata già molto di buon'ora in molte stirpi distinte poichè le sue numerose e diversissime lingue si possono appena ricondurre ad una lingua primitiva.

Alle quattro specie umane dai capelli lanosi si contrappone ora l'altro ramo primario, cioè il genere degli uomini a capelli lisci (*Homines lissotriches*). Delle otto

specie di questi ultimi, quattro specie si possono riunire nel gruppo degli *cuticomi* (a capelli rigidi), e quattro nel gruppo degli *euplocami* (a capelli ondulati). Cominciamo dai primi cui appartiene la popolazione primitiva della maggior parte dell'Asia e di tutta l'America.

Una specie umana genealogicamente importante sebbene non estesa è quella dei Malesi (*Homo malayus*), la razza bruna dei vecchi etnografi. Si deve verosimilmente considerare come stipite comune di questa e delle seguenti specie umane superiori un'estinta specie sud-asiatica che era molto affine ai moderni Malesi. Questa ipotetica specie-stipite primitiva la chiameremo specie dei Promalesi (Malesi primitivi). I moderni Malesi si scindono in due razze molto disseminate: nei Sundanesi, che abitano Malacca e le isole della Sunda (Sumatra, Giava, Borneo, ecc.), come pure le Filippine, ed i Polinesi che sono sparsi sulla massima parte dell'arcipelago Pacifico. Il limite settentrionale della loro ampia area di diffusione è formato ad oriente dalle Isole Sandwich (Hawai) e ad occidente dalle Isole Mariane (o dei ladroni); il limite australe è formato invece ad oriente dall'arcipelago di Mangarewa e ad occidente dalla Nuova Zelanda. Un ramo speciale di Sundanesi respinto lontano all'ovest sono gli abitanti di Madagascar. Quest'ampia diffusione pelagica dei Malesi si spiega colla loro speciale tendenza alla vita marittima. Dobbiamo considerare come loro patria primitiva la parte sud-est del continente asiatico, dalla quale essi si sparsero verso l'est ed il sud respingendo davanti a sè i Papua. Nella struttura del corpo i Malesi più che alle altre specie sono affini ai Mongoli; sono però anche abbastanza affini ai Mediterranei dai capelli ondulati. Il cranio è generalmente brachicefalo, raramente mesocefalo e rarissimamente dolicocefalo. I capelli sono lisci e rigidi, talora però alquanto ondulati. Il colorito è bruno, ora piuttosto gialliccio o canella, ora piuttosto rossiccio o bruno-cupreo, raramente bruno-scuro. Per la conformazione della faccia i Malesi in gran parte tengono il mezzo fra i Mongoli ed i Mediterranei. Spesso essi non si possono quasi distinguere da questi ultimi. Il viso è generalmente largo, con naso sporgente, labbra spesse, le fessure degli occhi non così strette ed oblique come nei Mongoli. Tutti i Malesi ed i Polinesi mostrano la loro stretta consanguineità per la loro lingua che si disgregò bensì di buon'ora in molti piccoli rami ma che si può pur tuttavia derivare da una lingua comune primitiva affatto speciale.

Di tutte le specie umane la più ricca di individui è, presso alla mediterranea, quella dell'uomo mongolico (*Homo mongolicus*). Ad essa appartengono gli abitanti del continente asiatico ad eccezione degli Iperborei al nord, dei pochi Malesi al sud-ovest (Malacca), dei Dravidi nell'Indostan e dei Mediterranei al sud-ovest. In Europa questa specie umana è rappresentata dai Finni e dai Lapponi nel nord, come pure da parte dei Turchi. Il colore della pelle dei Mongoli è sempre caratterizzato dal tono fondamentale giallo, ora più chiaro pagliarino o persino bianchiccio, ora giallo-bruno scuro. I capelli sono sempre rigidi e neri. Il cranio è nella gran maggioranza decisamente brachicefalo (sopratutto nei Calmucchi, Baschiri, ecc.), spesso anche mesocefalo (Tatari, Cinesi, ecc.). Per contro veri dolicocefali fra essi non si incontrano affatto. Nella loro faccia rotonda spiccano gli occhi a stretta fessura e spesso obliqui, gli zigomi molto sporgenti, il largo naso e le labbra grosse. Il linguaggio di tutti i Mongoli si può verosimilmente ricondurre ad una lingua comune primitiva. Tuttavia stanno opposte l'una all'altra come due rami primarii separatisi molto di buon'ora le lingue monosillabiche della razza indo-cinese e le lingue polisillabiche delle rimanenti razze mongoliche. Alla stirpe monosillabica degli Indo-cinesi appartengono i Tibetani, Birmani,

Siamesi e Cinesi. I rimanenti Mongoli, quelli polisillabi, si dividono in tre razze, cioè: 1° i Coreo-giapponesi (Coreani e Giapponesi); 2° gli Altajani (Tatari, Turchi, Kirghisi, Calmucchi, Burjati, Tungusi); 3° gli Uraliani (Samojedi, Finni). Dai Finni discende anche in origine la popolazione magiara dell'Ungheria.

Devesi considerare come una diramazione della specie umana mongolica l'uomo polare (*Homo arcticus*). Sotto questa denominazione noi comprendiamo gli abitanti delle terre polari artiche dei due emisferi, gli Eschimesi (e Groenlandesi) nell'America settentrionale, e gli Iperborei nel nord-ovest dell'Asia (Jukagiri, Ciukci, Kurjachi e Kamciadali). Per adattamento al clima polare questa forma umana è così singolarmente trasformata che la si può ben considerare come rappresentante di una specie distinta. La sua statura è bassa, il cranio è mesocefalo od anche dolicocefalo, gli occhi sono stretti ed obliqui come nei Mongoli, anche gli zigomi sono sporgenti e la bocca larga. I capelli sono rigidi e neri. Il colore della pelle è bruno più o meno chiaro o scuro, ora quasi bianchiccio o piuttosto giallo come nei Mongoli, ora più rossiccio come negli Americani. Le lingue degli uomini polari sono ancora poco note, sono tuttavia distinte tanto dalle mongoliche come dalle americane. Verosimilmente gli Artici sono da considerarsi come un ramo rimasto indietro e peculiarmente adattato di quella stirpe mongolica la quale dal nord-est dell'Asia migrò verso l'America del Nord e popolò questa parte del mondo.

Al tempo della scoperta dell'America questa parte del mondo (astrazion fatta dagli Eschimesi) non era abitata che da una sola specie d'uomini, dalle Pelli Rosse od Americani (*Homo americanus*). Di tutte le rimanenti specie umane le più vicine ad essa sono le due precedenti. Specialmente la forma del cranio è per lo più la mesocefala, raramente la brachicefala o la dolicocefala. La fronte è ampia e molto bassa, il naso grosso, sporgente e spesso arcuato, gli zigomi sporgenti, le labbra piuttosto sottili che spesse. I capelli sono neri e rigidi. Il colore della pelle è caratterizzato da una tinta fondamentale rossa la quale però diviene ora rossiccio-chiara, ora rosso-bruna più o meno scura, giallo-bruna o bruno-olivastra. Le numerose lingue delle diverse razze e stirpi americane sono straordinariamente differenti, concordano però essenzialmente nella loro base primitiva. Verosimilmente l'America è stata popolata dapprima dal nord-est dell'Asia dalla stessa stirpe mongola dalla quale anche gli Artici (Iperborei ed Eschimesi) si sono diramati. Dapprima questa stirpe si espanse nel Nord-America e solo di qui emigrò per la stretta regione dell'America centrale verso l'America del Sud nella cui punta più meridionale la specie, per adattamento ad infelicissime condizioni di vita, subì un forte regresso. Verosimilmente però, oltre ai Mongoli, anche dei Polinesi sono stati qui sbalestrati da ovest dalle tempeste, sono immigrati in America e vi si son misti coi primi. In ogni caso i primi abitatori dell'America vi sono giunti dal mondo antico e non sono per nulla nati, come alcuni supposero, da scimmie americane. Scimmie catarrine non sono esistite in America in nessun tempo.

Le quattro specie umane che noi distinguiamo poi ancora, gli Australii, Dravidi, Nubii e Mediterranei, concordano in parecchie particolarità che sembrano dimostrare la loro prossima parentela e separarle dalle precedenti. Fra esse è anzitutto lo svolgersi di una copiosa barba che in tutte le altre specie o manca affatto, o appare solo scarsamente. Anche altri caratteri sembrano parlare in favore della loro riunione in un gruppo primario, degli *euplocami* (a capelli a ciocche). Dalla forma-stipite comune degli Euplocami, di cui noi ricerchiamo in Asia meridionale la patria primitiva, sono verosimilmente nati dapprima due rami divergenti di cui l'uno si è vôlto verso il

sud-est, l'altro verso il nord-ovest. Resti del primo sono gli Australiani ed i Dravidi. Dall'ultimo invece si sono svolti i Nubii ed i Mediterranei.

All'infimo gradino fra tutti gli uomini euplocami, e, per varii rispetti, anche fra tutti gli uomini viventi, stanno gli Australii o Negri australiani (*Homo australis*). Questa specie sembra essere esclusivamente limitata alla grande isola dell'Australia. Essa somiglia ai veri Negri africani per la pelle nera o nero-bruna che tramanda cattivo odore, pel cranio prognato e dolicocefalo, per la fronte sfuggente, il largo naso e le labbra spesse e tumide come pure per l'assenza quasi totale di polpacci. Per contro i Negri australiani si distinguono tanto dai veri Negri, quanto dai loro più prossimi parenti, i Papua, per impalcatura ossea molto più esile e debole, e sopratutto per la disposizione della loro nera capigliatura; questa non è lanosa e crespa, ma ondulata o a ciocche, ora quasi liscia, ora nettamente ricciuta. Il bassissimo grado di evoluzione corporea e spirituale degli Australiani è forse in parte non originario ma dovuto a regresso per adattamento alle sfavorevolissime condizioni d'esistenza dell'Australia. Verosimilmente i negri Australii sono migrati, come ramo molto presto partitosi degli Euplocami, dal nord o dal nord-ovest nella loro patria presente. Forse essi sono più strettamente affini ai Dravidi di tutte le altre razze ancor viventi. La lingua affatto speciale degli Australiani si disgrega in numerosi ramuscoli che si aggruppano in una sezione settentrionale ed in una meridionale.

Si rannoda immediatamente ai Negri australiani la notevole specie dei Dravidi (*Homo dravida*). Al presente quest'antichissima specie non è più rappresentata che dai popoli del Dekhan nella parte meridionale dell'Indostan e da quei loro affini che abitano le montagne del nord-est di Ceylon. Anticamente però essa sembra avere occupato tutto l'Indostan ed essersi estesa anche più oltre. Essa mostra da una parte dei rapporti di parentela cogli Australiani e Malesi, dall'altra coi Mongoli e Mediterranei. Il colore della pelle è un bruno più o meno chiaro o scuro, in alcune stirpi piuttosto giallo-bruno, in molte bruno-nero. La capigliatura è, come nei Mediterranei, più o meno ricciuta, nè interamente liscia come negli Euticomi, nè lanosa come negli Ulotrichi. Essi rassomigliano anche ai Mediterranei per la foltissima barba. La loro faccia ovale sembra avvicinarsi in parte a quella dei Malesi, in parte a quella dei Mediterranei. Per solito la fronte è alta, il naso sporgente, stretto, le labbra poco tumide. Durante il mio soggiorno a Ceylon (nell'inverno 1881-82) io ebbi occasione, specialmente nelle piantagioni delle alte terre dell'isola, di vedere molti Dravidi della stirpe dei Tamili; io fui sorpreso dal tipo spiccato di questa indipendente specie umana nero-bruna che è quasi altrettanto lontana per l'aspetto del viso e per la conformazione del corpo dai Singalesi (Arii) dal color di canella, quanto dai Negri coi capelli lanosi coi quali essi non hanno quasi alcuna relazione. Una notevolissima stirpe della specie dravidica (forse una razza indipendente) è quella dei Toda dei monti Nilagiri; la parte superiore del loro corpo nero è fortemente pelosa (come negli Aino del Giappone) e le loro brune sopracciglia sporgono fortemente dalla piatta fronte, come nel « cranio di Neanderthal ». Forse nei Toda ed in altre popolazioni dravidiche dei monti dell'Indostan sono conservati i resti di un'antichissima razza umana che era ancora molto affine all'uomo primitivo. La lingua dei Dravidi è al presente molto mescolata con elementi indogermanici; sembra però discendere in origine da una lingua primitiva affatto speciale.

Non minori difficoltà della specie dravidica ha presentato agli etnografi quella dei Nubii (*Homo nuba*), sotto il qual nome noi non comprendiamo solo i Nubiani propriamente detti (Sciangalla o Dongolesi), ma anche gli affini Fula, Fulba o Fellata.

I veri Nubiani abitano le regioni superiori del Nilo (Dongola, Sciangalla, Barabra, Kordofan); i Fula o Fellata invece di lì si sono sparsi lungi verso l'ovest ed ora abitano una larga zona nel sud del Sahara occidentale, inclusi fra i Sudanesi nel nord ed i Nigrizii nel sud. Per solito i Nubii e Fula vengono annoverati fra i Negri, ora fra i popoli Hamiti (perciò fra i Mediterranei); si distinguono però così essenzialmente da entrambi che li si devono considerare come una distinta specie umana. Probabilmente questa occupava una volta una gran parte del nord-ovest dell'Africa. Il colorito dei Fula o Nubii è bruno-gialliccio o bruno-rossiccio, spesso persin rosso-rame, più raramente bruno-scuro o nero. La barba è molto più sviluppata che nei Negri. La faccia ovale, spesso di nobile aspetto, si avvicina molto più al tipo mediterraneo che non a quello dei Negri. La fronte è alta e spaziosa, il naso sporgente e non depresso, le labbra non così tumide come nei Negri. Forse gli antichi Egizii discendevano da questa razza. Le lingue dei popoli nubii non sembrano avere alcuna affinità con quelle dei veri Negri.

All'apice delle specie umane si è collocata in ogni tempo, come quella che ha superiore sviluppo e perfezione, la caucasica, cioè quella dell'uomo mediterraneo (*Homo mediterraneus*). Poichè però appunto il ramo caucasico è fra tutte le altre razze di questa specie il meno importante, così noi preferiamo la denominazione proposta da Federico Müller e molto più acconcia di uomo mediterraneo. Infatti le più importanti razze di queste specie, le quali sono in pari tempo i più importanti fattori della cosidetta « storia universale », hanno fiorito per la prima volta sulle rive del Mediterraneo. L'area primitiva di diffusione di questa specie viene espressa dalla designazione di specie « indo-atlantica », mentre essa presentemente si espande su tutta la terra e vince nella lotta per l'esistenza il più delle altre razze umane. Sotto il rapporto corporeo come sotto lo spirituale nessun'altra specie umana può mettersi a paro colla mediterranea. Essa sola (facendo astrazione dalla specie mongolica) ha fatto una vera « storia ». Da essa sola si sono svolti quei fiori di civiltà che sembrano elevare l'uomo al disopra di tutta la natura.

I caratteri pei quali l'uomo mediterraneo si distingue dalle altre specie del genere sono universalmente noti. Fra i caratteri esterni viene in prima linea il colorito chiaro della pelle; tuttavia questa mostra tutte le gradazioni dal bianco puro o bianco-rossiccio pel giallo e bruno-giallo sino all'olivastro e bruno-scuro. Il sistema piloso è per solito copioso, i capelli più o meno ondulati e ricciuti, la barba più copiosa che nelle altre specie. Il cranio mostra una grande latitudine di sviluppo; sono bensì in complesso preponderanti i mesocefali, ma anche i dolicocefali e brachicefali sono sparsi ampiamente. La forma del corpo in complesso raggiunge solo in questa specie umana quella armonia di tutte le parti e quello sviluppo misurato che noi consideriamo come il tipo perfetto della bellezza umana. Finora le lingue di questa specie non si possono ancora ricondurre ad una sola lingua comune primitiva, piuttosto di lingue primitive bisogna ammetterne almeno quattro. Conseguentemente bisogna anche distinguere in queste specie quattro razze differenti connesse fra loro solo alla radice. Due di queste razze, i Baschi ed i Caucasii, non esistono più che in pochi resti. I Baschi, che anticamente popolavano tutta la Spagna ed il sud della Francia, non vivono più che in una stretta striscia sulla costa settentrionale della Spagna, in fondo al golfo di Biscaglia. I resti della razza caucasica (i Daghestani, Circassi, Mingrelii e Georgii) sono ora ridotti nella regione montuosa del Caucaso. Tanto la lingua dei Caucasii, come quella dei Baschi, sono affatto particolari e non si possono ricondurre nè alla lingua primitiva hamo-semita nè all'indo-germanica.

Anche le lingue delle due razze principali della specie mediterranea, l'hamosemitica e l'indogermanica, si lasciano difficilmente ricondurre ad uno stipite comune e perciò queste due razze devono ben di buon'ora essersi staccate l'una dall'altra. La razza hamosemitica si divise pure molto presto in due rami divergenti, il ramo hamitico (in Egitto) ed il ramo semitico (in Arabia). Il ramo egizio od africano, quello degli Hamiti, comprende la popolazione antica dell'Egitto, poi il grande gruppo dei Libii e Berberi che abitano l'Africa settentrionale e dapprima abitavano anche le Isole Canarie, e finalmente il gruppo degli antichi Nubiani od Etiopi (Bedscia, Galla, Danakil, Somali ed altri popoli) che popolano tutta la costa nord-est dell'Africa giù sino all'equatore. Il ramo arabico od asiatico invece, quello dei Semiti, si divide in due rami primarii: Arabi (Semiti meridionali) ed antichi Ebrei (Semiti settentrionali). Il ramo arabico comprende gli abitanti della grande penisola arabica, l'antichissima famiglia degli Arabi propriamente detta « tipo primitivo dei Semiti », gli Abissini ed i Mauri. Al ramo degli antichi Ebrei appartengono gli estinti Mesopotamii (Assiri, Babilonesi, antichi Fenici), gli Aramei (Siri, Caldei, Samariti) e poi il più elevato gruppo di Semiti, gli abitatori della Palestina, i Fenici e gli Ebrei propriamente detti o Giudei.

Finalmente la razza indo-germanica, che ha sorpassato di gran lunga tutte le razze umane nello sviluppo intellettuale, si divise pure molto presto, come la semitica, in due rami divergenti, l'ario-romano e lo slavo-germano. Dal primo si originarono da un lato gli Arii (Indiani ed Irani), dall'altra i Greco-romani (Greci ed Albanesi, Itali e Celti). Dal ramo slavo-germanico si svolsero da un lato gli Slavi (stirpi russa e bulgara, czeca e baltica), dall'altro i Germani (Scandinavi e Tedeschi, Neerlandesi ed Anglosassoni). Come si possa seguire esattamente nei suoi particolari, mediante la glottologia comparata, l'ulteriore diramarsi della razza indo-germanica fu mostrato in forma genealogica e con molta chiarezza da Augusto Schleicher (6).

Il numero totale degli individui umani che vivono presentemente oscilla fra 1300 e 1400 milioni. Nel seguente specchietto tabellare si sono presi come media 1350 milioni. Di essi, secondo un apprezzamento approssimativo per quanto esso è possibile, appartengono solo 150 milioni agli uomini a capelli lanosi e invece 1200 milioni agli uomini a capelli lisci. Le due specie più altamente sviluppate, i Mongoli ed i Mediterranei, oltrepassano di gran lunga in numero di individui tutte le rimanenti specie umane, poichè ad ognuna di esse spettano circa 550 milioni (confr. Federico Müller, *Etnografia*, pag. XXX). Naturalmente il rapporto numerico delle dodici specie varia d'anno in anno e ciò secondo la legge svolta dal Darwin che nella lotta per l'esistenza i gruppi di forme più perfezionati, più favoriti e più grandi hanno la tendenza determinata e la prospettiva sicura di espandersi sempre più a spese dei gruppi inferiori, più piccoli e rimasti indietro. Così la specie mediterranea e nel suo seno la razza indo-germanica, in grazia del suo superiore sviluppo intellettuale ha vinto tutte le altre razze e specie nella lotta per l'esistenza, ed ora stende la rete della sua padronanza su tutto il globo terrestre. Solo la specie mongolica può, almeno sotto certi rapporti, competere con buoni risultati coi Mediterranei. Nelle regioni tropicali i Negri (Sudanesi e Cafri), i Nubii ed i Malesi per la loro maggiore adattabilità al clima torrido sono in certo modo protetti contro l'inoltrarsi degli Indo-germani, lo stesso è degli Artici pel freddo clima delle regioni polari. All'incontro le rimanenti razze, che del resto son molto mescolate, debbono presto o tardi nella lotta per la vita soccombere interamente davanti alla potenza troppo più grande dei Mediterranei. In gran parte esse son già sradicate dai cosidetti « benefizi della civiltà », per altra parte dalla lotta diretta e dalla mescolanza sessuale.

Fin d'ora gli Americani e gli Australiani vanno a gran passi verso la loro completa distruzione, e lo stesso vale anche dei Dravidi, Papua ed Ottentotti.

Per la *classificazione filogenetica delle razze umane* e pel riconoscimento dei loro intricati rapporti di parentela vi sono ancora da tener ben presenti due importanti contingenze: prima gli innumerevoli incrociamenti ed ibridazioni che hanno avuto luogo da più di venti millennii pei connubii fra diverse razze umane, incrocii favoriti dalle loro varie migrazioni, ed in secondo luogo la speciale tendenza alla divisione di forma o divergenza morfologica che è nata in seguito all'*antichissimo ammaestramento*, cioè all'adattamento alle condizioni proprie della vita civile. Sotto entrambi questi rapporti il genere umano si comporta in modo molto simile a quei nostri animali domestici che sono addomesticati da molte migliaia d'anni, specialmente al cane.

Considerando la cosa dal punto di vista puramente morfologico, cioè appoggiandoci unicamente sulla comparazione critica delle molteplici differenze che si notano nella struttura del corpo, nell'aspetto esterno, nello scheletro, ecc., non vi può essere alcun dubbio che le innumerevoli varietà e razze del nostro cane domestico non differiscano l'una dall'altra in ben più larga misura che non i diversi generi e specie che il naturalista distingue nella sistematica della famiglia dei cani. Tuttavia esse per solito vengono considerate solo come varietà di un'unica « specie »: *Canis familiaris*. In pari modo anche i più degli antropologi sostengono pertinacemente a mo' di dogma l' « unità specifica » di tutte le razze umane e le riuniscono in un'unica « specie »: *Homo sapiens*. Ma chi le studia esattamente, con sana critica e senza idee preconcette non potrà sfuggire alla convinzione che le loro differenze morfologiche sono molto più importanti di quelle per le quali nella zoologia sintetica si distinguono, per esempio, le diverse specie degli orsi, o dei lupi o dei gatti. Anzi persino le differenze morfologiche intercedenti fra due generi universalmente riconosciuti, per esempio, pecora (*Ovis*) e capra (*Capra*) sono molto meno importanti che quelle che intercedono fra un Papua ed un Eschimese o fra un Ottentotto ed un Germano. Un'estesa trattazione di questa questione trovasi nella recente *Antropologia* di Paolo Topinard (68).

La storia della zoologia sistematica ci mostra che i progressi delle nostre conoscenze sulle forme animali conducono costantemente ad una sempre maggior divisione dei gruppi. Specie affini che da Linneo erano riunite in un genere, dal Cuvier in una famiglia, costituiscono ora un esteso ordine con molte famiglie e molti generi. Per conseguenza anche la sistematica dei mammiferi verrà presto o tardi a considerare come « specie » i gruppi di forme che ora vengono per solito considerati come « razze » e a dividere il genere *Homo* in più generi (od almeno sottogeneri). Allora si potrebbe dapprima distinguere come due generi l'uomo a capelli lanosi (*Ulanthropos*) e l'uomo a capelli lisci (*Lissanthropos*); al primo genere apparterrebbero le nostre quattro prime specie, al secondo le otto ultime. Forse però è ancor più naturale e pratico distinguere i quattro generi mostrati dalla tabella seguente: 1° *Lophocomus*, 2° *Eriocomus*, 3° *Euthycomus*, 4° *Euplocamus*.

Venendo ora alla questione tanto interessante quanto difficile del *legame di parentela*, delle *migrazioni* e della *patria primitiva* delle dodici specie umane, voglio dapprima notare che nello stato incompleto delle nostre attuali conoscenze antropologiche *ogni risposta a questo quesito non può avere che il valore di un'ipotesi provvisoria*. È di ciò come di qualsiasi ipotesi genealogica, che noi in base al « sistema naturale » possiamo farci sull'origine di specie affini di animali e piante. Dalla necessaria incertezza di queste speciali *ipotesi* della discendenza non vien però scossa in verun modo

Sistema delle dodici specie umane distribuite in quattro generi.

GENERI	CAPIGLIATURA	FORMA DEL CRANIO	COLORITO FONDAMENTALE	SPECIE
I. LOPHOCOMUS Uomo dai capelli a ciuffo (Homo papuoides)	Lanosa a ciuffi, capelli a sezione trasversa elittica, neri	Dolicocefalo e prognato	Giallo-bruno	**1. L. hottentottus** Africa meridionale
			Nero-bruno	**2. L. papua** Nuova Guinea, Melanesia
II. ERIOCOMUS Uomo dai capelli a vello (Homo negroides)	Lanosa a vello, capelli a sezione elittica, neri	Dolicocefalo e prognato	Nero o bruno-nero	**3. E. cafer** Africa meridionale
				4. E. niger Negri del Sudan Africa centrale
III. EUTHYCOMUS Uomo dai capelli rigidi (Homo mongoloides)	Rigida, diritta, capelli a sezione circolare, neri	Generalmente brachicefalo, spesso mesocefalo	Bruno	**5. E. malayus** Sundanesia, Polinesia
			Giallo	**6 E. mongolus** Asia
		Generalmente mesocefalo, spesso brachicefalo	Giallo	**7. E. arcticus** Regioni iperboree
			Da cupreo a bruno-rossiccio	**8. E. americanus** America
IV. EUPLOCAMUS Uomo dai capelli a ciocche (Homo eranoides)	A ciocche od ondulata, capelli a sezione circolare di colore molto vario	Dolicocefalo e prognato	Nero o bruno-nero	**9. E. australis** Australia
				10. E. dravida Indostan
		Generalmente mesocefalo, spesso dolicocefalo o brachicefalo	Bruno-rossiccio	**11. E. nuba** Nord-est dell'Africa
			Pallido (bianco-rossiccio o bruniccio)	**12. E. mediterraneus** Asia occidentale Africa settentrionale Europa

l'assoluta certezza della teoria generale della discendenza. L'uomo discende in ogni caso da scimmie catarrine sia che coi poligenisti si faccia nascere ogni specie umana nella sua patria primitiva da una particolare specie di scimmie, sia che si ammetta coi monogenisti che tutte le specie umane non sono nate che per differenziamento successivo da un'unica specie di uomo primitivo (*Homo primigenius*).

Per molte ed importanti ragioni noi teniamo quest'ultima ipotesi monofiletica per la più giusta, e perciò ammettiamo provvisoriamente pel genere umano *una sola patria* primitiva in cui esso si è svolto da una specie da gran tempo estinta di scimmie antropoidi. Delle cinque parti del mondo ora esistenti nè l'Australia, nè l'America, nè l'Europa, possono essere state questa patria primitiva o il cosidetto « paradiso », la « culla del genere umano ». Piuttosto il più degli indizii accennano all'Asia meridionale. Oltre all'Asia meridionale potrebbe venire in questione, fra i continenti attuali, solo l'Africa. Inoltre fino a questi ultimi tempi una serie di indizi (specialmente fatti corologici) sembravano accennare al fatto che la patria primitiva dell'uomo fosse un continente, ora abbassatosi sotto la superficie dell'oceano indiano, che stava al sud dell'Asia d'oggidì (e verosimilmente le era connesso) e che una parte si estendeva ad oriente sino all'Indocina ed alle isole di Sunda e dall'altra parte ad occidente sino a Madagascar ed al sud-est dell'Africa. Noi abbiamo già ricordato precedentemente che molti fatti della geografia animale e vegetale rendono molto verosimile l'antica esistenza di un tale continente sud-indiano (cfr. pag. 189). In causa delle sue caratteristiche proscimmie, esso è stato dall'inglese Sclater chiamato *Lemuria*. Se noi volessimo ammettere come patria primitiva questa Lemuria sarebbe con essa facilissimo spiegare la distribuzione geografica delle divergenti specie umane per migrazione. Frattanto ultimamente contro questa ipotesi che io stesso avevo dapprima sostenuta si sono fatte valere così importanti considerazioni, sopratutto dal punto di vista geologico, che per ora è meglio abbandonarla.

In questo caso, fra le diverse parti del mondo in cui si potrebbe cercare il « paradiso », il luogo d'origine del genere umano, rimane come di gran lunga la più probabile l'Asia meridionale e precisamente la sua parte occidentale, l'Indostan. Emergenze storiche e scoperte preistoriche, relazioni antropologiche e mescolamenti etnografici, scoperte paleontologiche e comparazioni pitecologiche rendono in alto grado verosimile che l'Indostan ed i territori adiacenti (specialmente anche l'appendice meridionale della catena dell'Imalaja) durante il periodo pliocenico o terziario recente fosse il teatro di grandiose trasformazioni e migrazioni del mondo organico. In modo affatto speciale sembra essere stata soggetta a questi processi di trasformazione la classe dei mammiferi, e nel suo seno il gruppo più elevato, quello dei primati. Ancora oggidì vivono nelle montagne dell'Indostan diverse stirpi selvagge che stanno all'infimo gradino fra le viventi razze umane; così, per esempio, i Todas ed altre schiatte dravidiche che l'Huxley rannoda con ragione ai negri australiani. Forse queste sono le più affini all' « uomo primitivo » da gran tempo estinto.

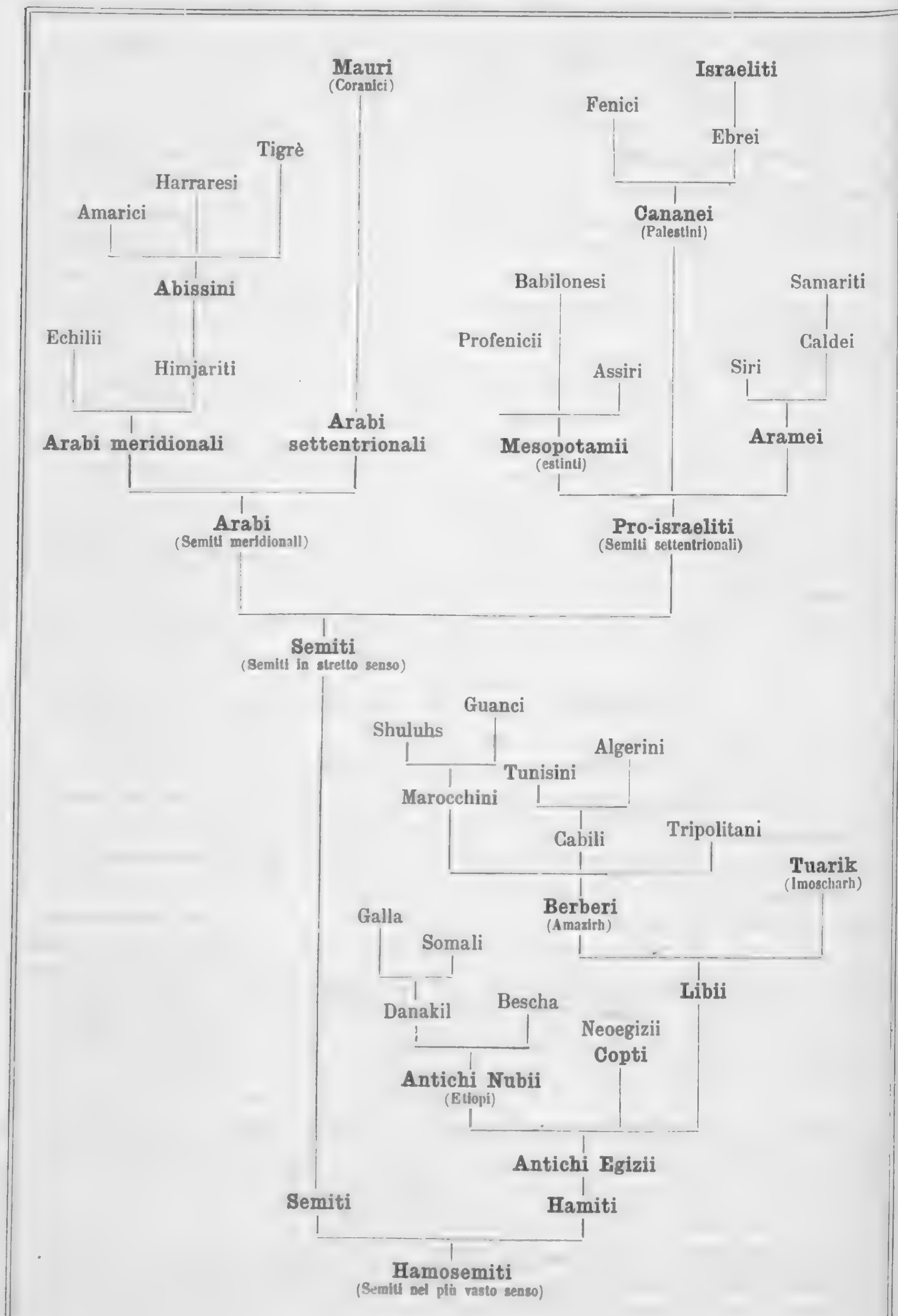
È vero che del nostro ipotetico « uomo primitivo » (*Protanthropos atavus* od *Homo primigenius*) non sono stati trovati sinora resti fossili. Però, data la straordinaria somiglianza nella struttura del corpo, la quale anche oggidì si è conservata fra le razze umane inferiori e le più elevate scimmie antropoidi, non v'è d'uopo di grande immaginativa per figurarsi fra le due una forma intermedia di passaggio e farsi con questa un'idea approssimativa dei presunti uomini primitivi, uomini-scimmie. La loro forma craniana sarà stata probabilmente molto allungata (dolicocefala) e con denti

Specchio sistematico delle dodici specie umane.

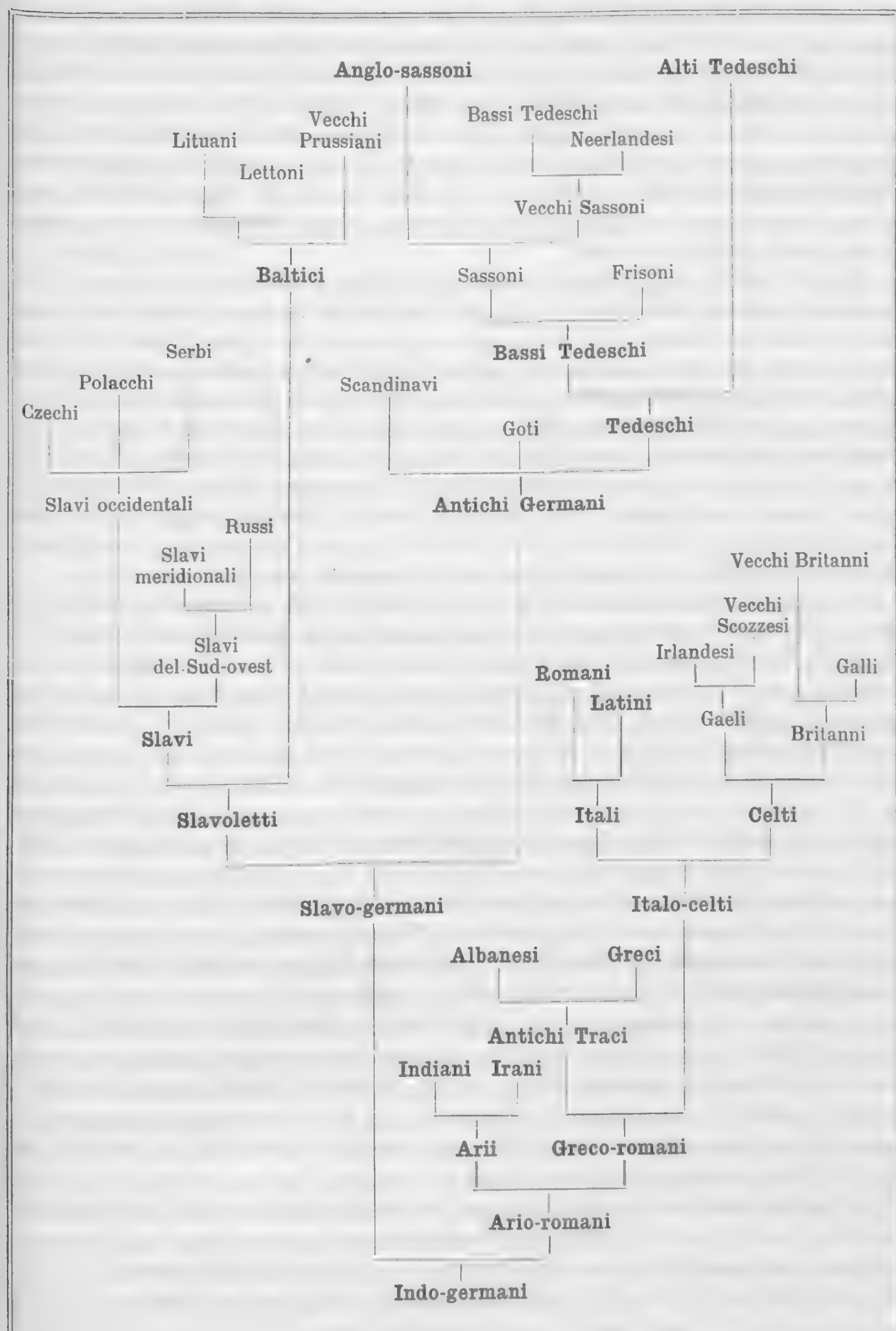
TRIBÙ	SPECIE	A	B	C	PATRIA
I. LOPHOCOMI (Con capelli a ciuffi) circa 2 milioni	1. Papua	2	Re.	Mn.	Nuova Guinea, Melanesia, Filippine, Malacca
	2. Ottentotti	$^1/_{20}$	Re.	Mn.	Africa meridionale (Terra del Capo)
II. ERIOCOMI (Con capelli a vello) circa 150 milioni	3. Cafri	20	Pr.	Mn.	Africa meridionale (fra 30° latitudine S. e 5° latitud. N.)
	4. Negri	130	Pr.	Pl.	Africa media (fra l'equatore e 30° latitudine N.)
III. EUTHYCOMI (Con capelli rigidi) circa 600 milioni	5. Malesi	30	Co.	Mn.	Malacca, Sundanesia, Polinesia e Madagascar
	6. Mongoli	550	Pr.	Mn.	Asia per la massima parte ed Europa settent.
	7. Artici	$^1/_{25}$	Co.	Mn.?	Nord-est dell'Asia ed America boreale
	8. Americani	12	Re.	Mn.	Tutta l'America ad eccezione della parte più nordica
IV. EUPLOCAMI (Con capelli a ciocche) circa 600 milioni	9. Australiani	$^1/_{12}$	Re.	Mn.	Australia
	10. Dravidi	34	Co.	Mn.	Asia meridionale (Indostan)
	11. Nubii	10	Co.	Mn.?	Africa media, Nubia e Terra dei Fula
	12. Mediterranei	550	Pr.	Pl.	In tutte le parti del mondo, emigrati dall'Asia meridionale dapprima verso l'Africa settentrion. e l'Europa merid.
	13. Bastardi di queste specie	21	Pr.	Pl.	In tutte le parti del mondo, prevalentemente però in America ed Asia
	Totale . . .	1360			

La colonna A dà il numero approssimativo della popolazione in milioni. La colonna B indica lo stadio evolutivo filetico della specie e cioè significa: Pr., progresso nell'espansione; Co., conservazione approssimativa dei limiti; Re., regresso ed estinzione. La colonna C dà le condizioni della lingua primitiva, Mn (monoglottona) indica una lingua primitiva unica; Pl (poliglottona) indica per la specie una lingua primitiva molteplice.

Albero genealogico della razza Semitica.



Albero genealogico della razza Indo-germanica.



obliqui (prognata), il colorito della pelle sarà stato scuro, bruniccio o nerastro. Il pelame dell'intero corpo sarà stato più fitto che in tutte le specie umane ora viventi, le braccia saranno state relativamente più lunghe e più robuste, le gambe all'incontro più brevi ed esili, quasi senza polpacci; l'andatura con ginocchi fortemente rientranti. Del resto, ammettendo per gli uomini un'origine monofiletica, potremo figurarci in complesso la forma di passaggio del *Protanthropos* come forma intermedia fra le scimmie antropoidi, sud-asiatica, e le infime razze euplocame. Se si preferisce l'ipotesi difiletica si potrebbero addurre parecchie ragioni in favore dell'opinione che l'uomo primitivo lissotrico (forma-stipite delle otto specie lissotriche) si sia svolto dagli antropoidi sud-asiatici, e invece l'uomo primitivo ulotrico (forma-stipite delle quattro specie ulotriche) da antropoidi dell'Africa centrale.

Uno dei pochi avversari della teoria dell'origine dell'uomo dalle scimmie che rimangano tuttora e siano degni di nota, il Virchow, ha dichiarato ultimamente che l'uomo primitivo o *Protanthropos* non può nemmeno essere oggetto di un serio studio scientifico ma che non lo si possa immaginare che in sogno. Questa parola leggera ha molta rassomiglianza con un'altra pronunciata trent'anni fa da un dottissimo zoologo; egli aveva chiamato la *teoria darwiniana*, che allora appunto era nata, il *sogno di un sonnellino meridiano*. La stessa idea fu sostenuta con buon successo per due decennii dal più dei corifei delle Accademie delle Scienze di Berlino e di Parigi. Ciò malgrado da quel « sogno » (Traum) è nato ora un « albero » (Baum) rigoglioso, il fronzuto albero delle scienze filogenetiche; un « albero del sapere » che per tutti i rami biologici ha già portato i più splendidi frutti ed ogni anno ne porta di più.

Di pari passo colla trasformazione delle estremità nella graduale evoluzione del *Protanthropos* od uomo primitivo sarà proceduta anche quella del cervello e della laringe. Se la vera favella umana, cioè la lingua articolata di concetti, è d'origine monofiletica od unica (come ammettono Bleek, Geiger ed altri) allora l'uomo-scimmia ne avrà già posseduto i rudimenti. Se invece essa è d'origine polifiletica o molteplice (come affermano Schleicher, F. Müller ed altri) allora l'uomo-scimmia sarà ancora stato privo di favella (*Alalus*) ed i suoi discendenti l'avranno solo acquistata dopo che era già seguita la divergenza della primitiva specie umana in diverse specie. Il numero delle lingue primitive è però ancora considerevolmente più grande che il numero delle specie umane che abbiamo sopra considerate. Infatti non si è ancora riusciti a ricondurre ad una sola lingua primitiva le quattro lingue primitive della specie mediterranea: la basca, la caucasica, l'hamosemitica e l'indo-germanica. Nemmeno si possono derivare da una lingua primitiva comune le diverse lingue dei Negri. Ambe queste specie, Mediterranei e Negri, son dunque ad ogni modo poliglottone. Per contro la specie umana malese è monoglottona; tutti i suoi dialetti e idiomi polinesici e sundanesici si possono derivare da una lingua primitiva comune da gran tempo estinta. Così pure sono monoglottone le rimanenti specie umane: i Mongoli, Artici, Americani, Nubii, Dravidi, Australii, Papua. Ottentotti e Cafri (cfr. pag. 437). Del resto molti importanti argomenti portano a credere che in ultimo anche quelle « lingue primitive » si potranno pur ricondurre ad una sola « lingua stipite » primitiva.

Dall'uomo primitivo privo di linguaggio che noi consideriamo come specie-stipite, come una di tutte le altre specie, si svilupparono verosimilmente per scelta naturale dapprima diverse specie umane a noi ignote ed ora estinte da molto tempo, le quali rimasero ancora al livello degli uomini-scimmie privi di favella (*Alalus* o *Pithecanthropos*). Due di queste specie, una lissotrica ed una ulotrica che mostrarono la

maggiore divergenza e che perciò nella lotta per l'esistenza riportarono la vittoria sulle altre, divennero le forme-stipiti delle altre specie umane.

Il ramo principale degli uomini a capelli lanosi (*Ulotriches*) si espanse dapprima solo sull'emisfero australe e di qui emigrò parte verso oriente, parte verso occidente. Residui del ramo orientale sono i Papua nella Nuova Guinea e Melanesia, i quali anticamente si estendevano molto più lontano all'ovest (Indocina e Sudanesia) e solo più tardi vennero respinti verso est dai Malesi. Superstiti poco modificati del ramo occidentale sono gli Ottentotti, i quali nella loro patria moderna sono immigrati dal nord-ovest. Forse durante questa emigrazione si diramarono da essi i Negri (Cafri e Sudanesi). Verosimilmente però questi Eriocomi si svolsero da un altro ramo del tronco degli Ulotrichi.

Il secondo ramo principale dell'uomo primitivo è il più capace di perfezionamento, quello degli uomini a capelli lisci (*Lissotriches*), ci hanno forse lasciato nei pitecoidi Australiani un resto poco modificato della loro forma-stipite comune, il quale si è spinto lungi al sud-est. Residui di un altro ramo sono forse i Todas ed alcune altre schiatte montanare della specie dravidica. A questi ultimi erano forse molto affini i sud-asiatici Promalesi, col qual nome noi abbiamo precedentemente designato l'ipotetica forma-stipite estinta delle altre specie umane lissotriche. Da quest'ignota forma-stipite comune sembrano essersi svolti i tre rami divergenti dei Malesi propriamente detti, dei Mongoli e degli Euplocami. I primi si estesero verso l'est, i secondi verso il nord e gli ultimi verso l'ovest.

La patria primitiva o « centro di creazione » dei Malesi è da ricercarsi nella parte sud-est del Continente asiatico o forse in un continente più esteso che dapprima esisteva quando l'Indocina era ancora immediatamente connessa coll'arcipelago di Sunda o persino coll'Indostan. Di là i Malesi si diffusero verso il sud-est per l'arcipelago di Sunda sino a Buro, si spinsero allora all'est, respingendo davanti a sè i Papua, sino alle isole Samoa e Tonga, e si sparsero finalmente di quì successivamente per tutto il mondo dalle isole dell'Oceano Pacifico meridionale sino alle isole Sandwich nel nord, alle Mangareva ad est ed alla Nuova Zelanda a sud. Un ramo isolato sbalzato lungi verso ovest popolò Madagascar.

Il secondo ramo principale dei Promalesi, quello dei Mongoli, si espanse pure dapprima nell'Asia meridionale e di là, irraggiando successivamente verso est, nord e nord-ovest, popolò gradatamente la massima parte del Continente asiatico. Delle quattro razze principali della specie mongolica sono verosimilmente da considerarsi come gruppo-stipite gli Indocinesi; solo più tardi si sarebbero svolti da essi come rami divergenti le altre razze, Coreo-Giapponesi ed Uralo-Altaici. Dall'Asia occidentale i Mongoli emigrarono ripetutamente verso l'Europa dove ancora oggidì i Finni e Lapponi nel nord della Russia e della Scandinavia, come pure una parte dei Magiari nell'Ungheria e gli Osmani in Turchia rappresentano la razza mongolica.

D'altra parte dal nord-est dell'Asia, la quale presumibilmente era una volta collegata da un largo istmo col Nord-America, un ramo dei Mongoli immigrò in questa parte del mondo. Bisogna considerare come un ramo secondario di esso, peculiarmente regresso per l'adattamento alle sfavorevoli condizioni biologiche del clima polare, gli Artici od uomini polari, cioè gli Iperborei nel nord-est dell'Asia e gli Eschimesi nell'America boreale. Però la gran massa degli emigranti mongoli si portò verso il sud e si diffuse poco alla volta su tutta l'America, dapprima su quella del nord poi su quella del sud.

Il quarto e più importante ramo principale del genere umano, quello degli uomini dai capelli a ciocche od Euplocami, ci ha forse lasciato nei moderni Australiani e Dravidi quella forma umana che meno si è allontanata dalla forma-stipite comune degli Euplocami. La gran massa di questi ultimi, la specie mediterranea, emigrò dalla sua patria primitiva (Indostan?) verso l'occidente e popolò le coste del Mediterraneo, il sud-ovest dell'Asia, l'Africa settentrionale e l'Europa. Son forse da considerare come una diramazione dei primitivi popoli semitici nel nord-ovest dell'Africa i Nubii, i quali attraversando l'Africa centrale migrarono sin quasi alla sua costa occidentale. I rami divergenti della razza indo-germanica sono quelli che più si sono allontanati dalla comune forma-stipite dei pitecantropi. Dei due rami primarii di questa razza è stato nell'antichità classica e nel medio evo il ramo romanico (il gruppo greco-italo-celto), ma presentemente però è il ramo germanico quello che nella gara per l'evoluzione civile ha sorpassato tutti gli altri. La razza germanica nel nord-ovest dell'Europa e nell'America settentrionale è quella che ora prima di ogni altra stende la rete della sua civiltà su tutto il globo, e quella che nello stabilimento della teoria monistica dell'evoluzione pone le basi di un nuovo periodo del pensiero scientifico ed in generale di ogni più alta evoluzione intellettuale.



VENTINOVESIMA CONFERENZA

Obbiezioni contro la teoria della discendenza.

Obbiezioni alla teoria della discendenza. — Obbiezioni della fede e della ragione. — Smisurata lunghezza delle epoche geologiche. — Forme di passaggio fra le specie affini. — Dipendenza della costanza delle forme dall'eredità e della variazione di forma dall'adattamento. — Obbiezioni teleologiche. — Origine di disposizioni organiche molto adatte e molto complicate. — Sviluppo graduale degli istinti e delle attività psichiche. — Origine delle conoscenze *a priori* da quelle *a posteriori*. — Requisiti per la retta intelligenza della teoria della discendenza. — Necessaria combinazione dell'empirismo e della filosofia. — Il punto di vista antropocentrico dell'antropologia cosidetta esatta in opposizione al punto di vista filogenetico dell'antropologia comparata (su base zoologica). — Obbiezioni pratiche contro alle conseguenze della teoria dell'evoluzione.

Signori!

Se da una parte mi è forse lecito sperare di avervi resa con queste conferenze più o meno verosimile la teoria della discendenza od anche di aver convinto alcuno fra voi della sua incrollabile verità, d'altra parte io non mi nascondo per nulla che il più di voi nel corso delle nostre spiegazioni avranno sollevato contro di essa una quantità di obbiezioni più o meno fondate. Qui dunque, alla chiusura delle nostre considerazioni, mi sembra al tutto necessario di confutare almeno le più importanti di esse, ed in pari tempo di rilevare ancora una volta gli importanti argomenti, che testimoniano delle verità della teoria della discendenza.

Le obbiezioni che si sollevano contro la teoria della discendenza si dividono in due grandi gruppi: obbiezioni della fede ed obbiezioni della ragione. Non ho qui affatto da occuparmi delle obbiezioni del primo gruppo le quali hanno la loro origine nelle infinitamente varie immaginazioni della fede degli individui umani. Infatti, come già osservai al principio di queste conferenze, la scienza, come risultato obbiettivo dell'esperienza dei sensi e dei conati scrutativi della ragione umana, non ha nulla da fare colle immaginazioni subbiettive della fede le quali, predicate da alcuni uomini come dirette ispirazioni o rivelazioni del Creatore, vengono poi credute dalle masse non liberamente pensanti. Questa fede estremamente varia secondo i diversi popoli, la quale non è diversa dalla « superstizione », non incomincia, com'è noto, che là dove finisce la scienza. La scienza la considera colla massima di Federico il Grande « che ognuno può divenir beato a modo suo » e là solo viene necessariamente in conflitto con speciali concetti religiosi dove essi vogliono alla libera ricerca porre un limite ed alla scienza umana una meta che non si debba oltrepassare. Per vero è ben qui largamente il caso; infatti la teoria dell'evoluzione si è proposto come còmpito il più alto problema scientifico: il problema della creazione, del divenire delle cose e specialmente del divenire delle forme organiche e, a loro capo, dell'uomo. Ora qui è ad ogni modo

tanto il giusto diritto come il sacro dovere della libera ricerca di non temere alcuna autorità umana e di strappare coraggiosamente il velame dall' immagine del Creatore senza badare alla verità naturale che sotto esso potesse essere nascosta. La rivelazione divina, che noi riconosciamo per l'unica vera, sta scritta dappertutto nella *natura* e ad ogni uomo di sano senso e di sana ragione è libero in questo sacro tempio della natura di divenir iniziato per proprio studio e per libera esperienza a questa non fallace rivelazione.

Se dunque noi lasciamo qui senza esame tutti gli appunti contro la teoria della discendenza che potessero mai essere stati fatti dai sacerdoti delle diverse religioni basate sulla fede, noi non possiamo invece far a meno di confutare le più importanti di quelle obbiezioni che sembrano avere una base più o meno scientifica e delle quali si deve confessare che per esse a primo aspetto si rimane in un certo grado colpiti e rattenuti dall'ammettere la teoria dell'evoluzione. Tra queste obbiezioni a molti sembra la più importante quella che riguarda la *lunghezza del tempo*. Noi non siamo abituati ad occuparci di così lunghe durate come quelle che sono richieste dalla storia della creazione. Fu già precedentemente ricordato che le epoche nelle quali le specie si sono prodotte per graduate modificazioni non devono essere contate a migliaia d'anni, ma a centinaia ed a milioni di migliaia d'anni. Ma già lo spessore della corteccia terrestre stratificata, il calcolo delle enormi durate che sono state richieste perchè essa si deponesse in seno alle acque e dei periodi di sollevamento trascorsi tra questi periodi di abbassamento ci dimostrano l' immensa durata della storia organica della terra, durata che sorpassa interamente il nostro intendimento umano. Noi siamo qui nella stessa posizione come in astronomia per l' infinito spazio. Come noi misuriamo le distanze dei diversi sistemi planetari non a miglia ma a distanze di Sirio, ognuna delle quali comprende a sua volta milioni di miglia, così nella storia organica della terra noi non dobbiamo contare a migliaia d'anni, ma a periodi paleontologici o geologici ognuno dei quali comprende molte centinaia di millenii ed alcuno fors'anche milioni o persino miliardi di millenii.

È al tutto indifferente il calcolare approssimativamente l' immensurabile durata di queste epoche geologiche poichè di fatto noi non siamo in grado, colla nostra limitata capacità immaginativa, di farci un vero concetto di esse ed anche perchè noi non possediamo, come in astronomia, alcuna sicura base matematica per concretare in qualche modo in numeri la lunghezza approssimativa della nostra scala. Per contro noi dobbiamo solo guardarci bene dal vedere in questa straordinaria lunghezza delle epoche, la quale passa interamente la nostra concezione, qualche argomento contro la teoria dell'evoluzione. Come vi ho già spiegato in una conferenza precedente, è consigliabile dal punto di vista critico della più rigorosa filosofia di presupporre questi periodi di creazione più lunghi che sia possibile; noi corriamo tanto meno pericolo di perderci a questo riguardo in ipotesi inverosimili quanto più lunghe noi ammettiamo le durate dei processi d'evoluzione organica. Quanto più lungo, per esempio, noi ammettiamo essere il periodo permiano, tanto meglio noi possiamo concepire come entro a quel periodo siano seguite le importanti trasformazioni le quali dividono così nettamente la fauna e la flora dell'epoca carbonifera da quella triasica. La grande ripugnanza che ha il più degli uomini ad ammettere così immense durate proviene in massima parte da ciò che noi in gioventù siamo stati allevati coll' idea che tutta la terra non sia vecchia che di qualche migliaio d'anni. Inoltre la vita umana che raggiunge al più il valore d'un secolo è un tratto di tempo relativamente breve che si presta

pochissimo a servire d'unità di misura per quei periodi geologici. La nostra vita non è che una goccia nel mare dell'eternità. Pensate solo, in paragone ad essa, alla lunghezza cinquanta volte maggiore della vita di certi alberi, per esempio, dei draghi (*Dracaena*) e dei baobab (*Adansonia*), la cui vita individuale sorpassa un periodo di cinquemila anni, pensate poi, d'altra parte, alla brevità della vita individuale di parecchi animali inferiori, per esempio, degli infusorii, in cui l'individuo vive come tale solo pochi giorni o persino solo poche ore. Questo paragone vi mette davanti agli occhi nel modo più diretto la relatività d'ogni misura del tempo. Certamente devono essere trascorsi tempi enormi, per noi affatto inconcepibili, mentre per lenta trasformazione delle specie procedeva la graduale evoluzione storica del regno animale e vegetale. Però anche qui non v'ha un solo motivo ragionevole di ammettere alcun limite definito alla lunghezza di quei periodi filetici di evoluzione; solo il cieco pregiudizio è riluttante a questa conclusione.

Come seconda obbiezione alla teoria della discendenza, viene spesso affermato che non si possano trovare *forme di passaggio* fra le diverse specie mentre le si dovrebbero invero trovare in quantità. Quest'appunto è in parte fondato, in parte però non lo è. Infatti esistono forme di passaggio in quantità straordinaria tanto fra le specie viventi quanto anche fra le estinte, e ciò dovunque noi abbiamo opportunità di avere avanti agli occhi e di confrontare numerosissimi individui di specie affini. Appunto quegli accuratissimi osservatori delle singole specie dai quali si intende spesso quest'obbiezione, appunto questi, nelle loro speciali serie di ricerche sono continuamente arrestati dalla difficoltà realmente insolubile di distinguere nettamente le singole specie. In tutti i lavori sistematici che sono in certo modo approfonditi voi incontrate infinite lamentazioni perchè non si possano qua e là ben distinguere le specie perchè vi sono troppe forme di passaggio. Perciò anche ciascun naturalista determina l'estensione ed il numero delle singole specie diversamente dagli altri. Come ricordai già precedentemente (pag. 156), in uno stesso gruppo di organismi alcuni zoologi e botanici ammettono 10 specie, altri 20, altri cento o più, mentre ancora altri sistematici considerano tutte queste diverse forme solo come razze o varietà di una sola « buona specie ». In realtà nel più dei gruppi forme di passaggio e gradi intermedii fra le singole specie si trovano ad esuberanza.

È vero che per molte specie mancano realmente le forme di passaggio. Frattanto ciò si spiega semplicissimamente col principio della divergenza di cui vi ho già spiegato precedentemente l'importanza. La circostanza che la lotta per la vita è tanto più accanita fra due forme affini quanto più esse sono vicine fra loro, deve necessariamente favorire la rapida disparizione delle forme intermedie che collegano due specie divergenti. Quando una stessa specie produce in differenti direzioni varietà divergenti che si foggiano a nuove specie, allora la lotta fra queste nuove forme e la comune forma-stipite deve essere tanto più vivace quanto meno esse si allontanano le une dalle altre, e invece tanto meno pericolosa quanto maggiore è la divergenza. È dunque naturale che le forme intermedie di collegamento debbano di preferenza estinguersi, e soventi molto prestamente, mentre le forme più divergenti rimangono nello stato di « nuove specie » separate e si riproducono. In relazione con ciò noi non troviamo più forme di passaggio in quei gruppi che sono affatto in via di estinzione come sono, per esempio, fra gli uccelli gli struzzi, fra i mammiferi gli elefanti, giraffe, camelli, sdentati e monotremi. Questi gruppi di forme in via di estinzione non producono più nuove varietà e naturalmente qui le specie sono quel che si dice « buone », cioè

nettamente distinte le une dalle altre. Per contro in quei gruppi animali dove lo sviluppo ed il progresso valgono ancora, dove le specie esistenti, per formazione di nuove varietà si differenziano in molte nuove specie, noi troviamo dappertutto in quantità delle forme di transizione le quali offrono al sistematico le massime difficoltà. Questo è, per esempio, il caso fra gli uccelli nei fringuelli, fra i mammiferi nel più dei rosicanti (specialmente nei murini), in una quantità di ruminanti e di vere scimmie, specialmente negli americani *Cebus* e molte altre. Il perdurante allargarsi della specie per la formazione di nuove varietà produce qui una quantità di forme intermedie che collegano le cosidette buone specie, obliterano i loro limiti e rendono affatto illusoria la nettezza e la precisione della loro distinzione specifica.

Se ciò malgrado non si ha una completa confusione delle forme, un caos generale nella formazione degli animali e dei vegetali, ciò dipende semplicemente dal contrappeso che contro all'originarsi di nuove forme per progressivo *adattamento* viene esercitato dalla *forza conservativa dell'eredità*. Il grado di costanza e di variabilità mostrato da ciascuna forma organica, dipende unicamente dallo stato momentaneo dell'equilibrio fra queste due opposte funzioni. *L'eredità è la causa della costanza della specie, l'adattamento è la causa del suo variare.* Se dunque alcuni naturalisti dicono che, secondo la teoria dell'evoluzione, dovrebbe manifestamente trovarsi una molto maggiore molteplicità di forme, ed altri dicono al contrario che dovrebbe mostrarsi una molto maggiore uguaglianza di forme, i primi dànno troppo poco peso all'eredità, gli altri invece all'adattamento. *Il grado della reazione fra l'eredità e l'adattamento determina il grado di costanza e di variabilità della specie organica* ad un dato momento.

Un'altra obbiezione contro la teoria della discendenza che, specialmente agli occhi di molti filosofi, ha un gran peso, è di natura teleologica; essa consiste in ciò che non si possa *con cause prive di scopo od agenti meccanicamente spiegare l'origine di organi costruiti in modo adatto ad uno scopo e funzionanti conformemente ad esso.* Quest'obbiezione sembra sopratutto importante quando si considerino quegli organi che sono invero così mirabilmente adattati ad un determinato scopo che i più avveduti meccanici non sarebbero in grado di inventare per questo scopo un organo più perfetto. Tali organi sono sopratutto gli organi superiori di senso degli animali, occhio ed orecchio. Se si conoscessero solo gli occhi e gli organi uditivi degli animali superiori essi cagionerebbero in fatto grandi e forse insuperabili difficoltà. Come mai potremmo spiegarci che solo per selezione naturale sia stato raggiunto quello straordinario e meraviglioso grado di perfezione e di conformità allo scopo sotto ogni rapporto che noi osserviamo negli organi visivi ed uditivi degli animali superiori? Fortunatamente l'*anatomia comparata* e la *storia dello sviluppo* ci aiutano qui a sorpassare tutti gli ostacoli. Infatti, se noi seguiamo passo per passo il graduale perfezionarsi dell'occhio e dell'orecchio, noi troviamo una tale gradazione di perfezione da poter seguire nel miglior modo lo sviluppo degli organi più complicati attraverso a tutti i gradi di perfezione. Così, per esempio, l'occhio negli animali più inferiori appare come una semplice macchia di pigmento che non può ancora tracciare alcun'immagine degli oggetti esteriori, ma solo può tutt'al più percepire la differenza dei diversi raggi luminosi. Poi si aggiunge a questa un nervo sensitivo. Più tardi internamente a quella macchia di pigmento si sviluppa poco alla volta il primo rudimento della lente, un corpo rifrangente che è già in grado di concentrare i raggi luminosi e di formare un'immagine definita. Ma mancano ancora tutti i complessi apparati che

servono all'accomodamento ed al moto dell'occhio, i diversi mezzi rifrangenti, la differenziatissima retina, ecc., che negli animali superiori rendono così perfetto quest'organo. Da quell'organo semplicissimo sino a questo perfettissimo apparato l'anatomia comparata ci mostra in gradazione ininterrotta tutti i passaggi possibili, cosicchè noi possiamo ben comprendere la graduata, lenta formazione anche di un organo di così alta complicatezza. Nello stesso modo che noi nel corso dello sviluppo individuale possiamo seguire direttamente tale graduato progresso nel perfezionarsi di un organo, un tale progresso deve pur aver avuto luogo anche nella formazione storica (filetica) dell'organo stesso.

Del resto, notiamolo passando, in moltissimi casi la perfezione dell'organizzazione che un modo puerile di considerar la natura vuol trovare dappertutto vantandola come prova della « sapienza del Creatore » non è che *apparente*. Un rigoroso esame anatomico e fisiologico ci mostra in moltissimi casi che persino degli organi di elevatissimo sviluppo e di artificiosissima costruzione hanno grandi difetti meccanici, come è stato dimostrato, per esempio per l'occhio, dall'Helmoltz, uno dei più esatti conoscitori di esso. Al postutto però quando noi osserviamo comparativamente l'intera serie evolutiva di forme affini, noi riconosciamo chiaramente che la selezione naturale agendo senza scopo determinato in tutte le direzioni porta con sè lentamente un progressivo perfezionamento, ma solo dopo molti tentativi infruttuosi produce alfine per caso qualche disposizione quasi adatta.

Osservando quegli organi più perfetti che sembrano essere stati espressamente inventati e costrutti da un ingegnoso Creatore per la loro determinata funzione, ma che in fatto sono stati prodotti meccanicamente dall'inconscia azione della scelta naturale, molti uomini sentono la stessa difficoltà a comprenderli, naturalmente come i rozzi popoli selvaggi davanti alle complicate produzioni della nostra moderna costruzione meccanica. I selvaggi che per la prima volta vedono un vascello od una locomotiva tengono questi oggetti per produzioni di esseri soprannaturali e non possono concepire che l'uomo, organismo simile a loro, possa aver prodotto una simile macchina. Anche gli uomini incolti della nostra razza non sono in grado di rendersi conto del modo di funzionare di un apparato così complicato e di comprendere la sua natura puramente meccanica. Ora, come osserva giustamente il Darwin, il più dei naturalisti davanti alle forme degli organismi non si comportano altrimenti da quel che fanno quei selvaggi davanti al vascello od alla locomotiva. Per comprendere naturalmente l'origine puramente meccanica delle forme organiche è qui indispensabile una profonda istruzione biologica generale ed una speciale conoscenza dell'anatomia comparata e della storia dello sviluppo.

Per ciò poi che in quest'importante questione riguarda le solite obbiezioni della scolastica speculativa, queste appunto dalla *teoria della selezione* vengono brillantemente confutate. Anzi questo è precisamente il grande merito *filosofico* del Darwin che egli ci abbia spiegato conformemente alle idee di Empedocle e nel modo più semplice il grande enigma: « Come mai delle disposizioni adatte possono prodursi meccanicamente senza cause che agiscano con finalità? ». È la lotta per la vita quella che sempre e dappertutto esercita inconsciamente la selezione naturale e che per la reazione reciproca delle leggi di eredità e di adattamento foggia acconciamente le forme organiche. Altrettanto grande ed importante come per l'aspetto esterno è l'efficacia meccanica che esercita questo principio della selezione nella trasformazione della struttura interna degli esseri organici. In quest'ultima essa ci appare sotto forma

di quella « formazione funzionale autonoma delle strutture adatte » che il Roux ci ha pel primo spiegato con tanta perspicacia (cfr. pagg. 133 e 148). Questo principio monistico, fondato fisiologicamente dal Pflüger, della *meccanica-teleologica*, rimuove definitivamente il vecchio « concetto trascendentale finalistico » della nostra scolastica dualistica, concetto che è stato finora il massimo impedimento speculativo ad un sano apprezzamento della natura (cfr. pag. 149, 152).

Fra le rimanenti obbiezioni finora sollevate contro alla teoria della discendenza una ne voglio ancora qui specialmente rilevare e confutare la quale agli occhi di molti profani ha un gran peso: In qual modo, secondo la teoria della discendenza, abbiamo a figurarci l'origine dell'*attività psichica degli animali* e sopratutto delle sue specifiche manifestazioni, cioè dei cosidetti istinti? Questo difficile soggetto è stato trattato così a fondo dal Darwin in un capitolo speciale della sua opera capitale (nel settimo) che io posso su ciò rimandarvi a quello. *Noi dobbiamo essenzialmente considerare gli istinti come abitudini dell'anima le quali sono state acquisite per adattamento e che per eredità sono state per molte generazioni trasmesse e fissate.* Per conseguenza gli istinti si comportano come le altre abitudini che secondo le leggi dell'adattamento accumulato e dell'eredità fissata conducono al formarsi di nuove funzioni e perciò anche di nuove forme dei loro organi. Qui come sempre l'organo e la funzione esercitano di pari passo la loro reazione reciproca. Come tutte le facoltà psichiche dell'uomo sono state acquistate gradatamente per progressivo adattamento del cervello, e per eredità continuata si sono fissate, così anche gli istinti degli animali (che solo quantitativamente, non qualitativamente sono distinti da quelle) sono nati pel graduale perfezionamento dell'organo dell'anima, del sistema nervoso centrale e per la reazione reciproca dell'adattamento e dell'eredità. Gli istinti vengono notoriamente ereditati, ma vengono pure ereditate le esperienze, che sono nuovi adattamenti dell'anima, e il fatto che gli animali domestici vengono indirizzati a diverse funzioni psichiche ignote agli animali selvaggi riposa su quella possibilità dell'adattamento psichico. Noi ne conosciamo già una lunga serie d'esempi; quegli adattamenti che si sono trasmessi ereditariamente per una serie di generazioni appaiono al fine come istinti innati e tuttavia dagli antenati di questi animali essi erano stati acquisiti. Qui l'*ammaestramento si è, per eredità, cambiato in istinto.* Gli istinti caratteristici dei cani da caccia, dei bracchi, dei cani da guardia, cani da pastore ed altri animali domestici che con tali istinti vengono al mondo, tanto come gli istinti naturali degli animali selvatici sono dapprima stati acquisiti per adattamento dai loro progenitori. Sotto questo rapporto essi sono da paragonare alle cosidette « nozioni *a priori* » dell'uomo, le quali originariamente (come tutte le altre cognizioni) furono acquisite *a posteriori* dai nostri remotissimi antenati per esperienza dei sensi. Come ho già osservato precedentemente, è manifesto che *le « nozioni* a priori » *son nate solo in seguito a continuata eredità di adattamenti cerebrali da « nozioni* a posteriori » *acquisite in origine per via empirica* (pag. 27).

Le obbiezioni contro alla teoria della discendenza che sono state sopra esposte e confutate sono certo le più importanti fra quelli che le sono state opposte. Io credo di avervi sufficientemente chiarito la loro inanità. I molti altri appunti che sono poi ancora stati fatti alla teoria dell'evoluzione in generale od in particolare alla sua parte biologica, cioè alla teoria della discendenza, riposano o su una tale ignoranza dei fatti stabiliti empiricamente o su una tale mancanza di capacità per comprenderli e trarne le necessarie conseguenze, che veramente non varrebbe la pena di soffermarci qui a

confutarli. Solo vorrei a questo riguardo dirvi ancora alcune parole su alcuni punti di vista generali.

Anzitutto, relativamente al primo dei punti sopra ricordati, è da notare che per comprendere perfettamente la dottrina della discendenza e per convincersi appieno della sua incrollabile verità è indispensabile saper dominare con uno sguardo generale il complesso del territorio biologico. *La teoria della discendenza è una teoria biologica* e perciò si ha ben diritto di pretendere che quelli che vogliono darne un giudizio valido abbiano il grado richiesto di coltura biologica. A tal uopo non basta che essi abbiano speciali conoscenze sperimentali in questo o quel campo della botanica, dell'anatomia o della fisiologia. Piuttosto essi devono necessariamente avere *un concetto generale di tutte le serie dei fenomeni*, almeno in uno dei regni organici. Essi devono sapere quali leggi generali risultano dalla morfologia e fisiologia comparata degli organismi, specialmente dall'anatomia comparata, dalla storia dell'evoluzione individuale e paleontologica, ecc., e devono avere un concetto del profondo *nesso causale meccanico* che riunisce tutte quelle serie di fenomeni. Naturalmente è inoltre necessario un certo grado di coltura generale e sopratutto di educazione filosofica la quale, sventuratamente, molti uomini non credono oggidì necessaria. *Senza la necessaria riunione di conoscenze empiriche e di intelligenza filosofica dei fenomeni biologici non si potrà mai acquistare una convinzione incrollabile della verità della teoria della discendenza.*

Ora, di fronte a questa prima condizione preventivamente richiesta per comprendere veramente la teoria della discendenza, io vi prego di considerare la variopinta moltitudine di gente che si è assunto l'impresa di pronunciare su di questa, a bocca o per iscritto, un giudizio di morte. I più fra essi sono profani che non san nulla dei più importanti fenomeni biologici od almeno non hanno alcun'idea del loro intimo significato. Che direste voi di un profano che volesse giudicare della teoria cellulare senza aver mai visto delle cellule, o della teoria vertebrale senza essersi mai occupato d'anatomia comparata? E tuttavia di sì ridicole pretensioni nella storia della teoria biologica della discendenza ne incontrate tutti i giorni. Voi udite migliaia di profani o di mezzo colti darne un giudizio inappellabile senza saper nulla nè di botanica, nè di zoologia, nè d'anatomia comparata, nè d'istologia, nè di paleontologia, nè di embriologia. Così avviene che, come dice eccellentemente l'Huxley, la massima parte degli scritti pubblicati contro a Darwin non valgono la carta su cui sono stati scritti.

Voi potreste obbiettarmi che tuttavia fra gli avversari della teoria della discendenza vi sono pure anche molti naturalisti e persino varii celebri zoologi e botanici. Però questi avversarii sono ormai quasi tutti morti; quei pochi che ancor vivono son tutti vecchi dotti che sono invecchiati in idee affatto opposte e da cui non si può pretendere che alla sera della loro vita si sottopongano ad una riforma dei loro concetti generali omai cambiati in invariabili abitudini. I biologi della generazione moderna, cresciuti dopo l'opera capitale del Darwin (1859), sono tutti fermamente convinti della verità della teoria della discendenza. Frattanto dobbiamo però anche rilevare espressamente che non solo un concetto generale di *tutto* il territorio dei fenomeni biologici, ma anche un'*intelligenza filosofica* di essi son necessaria condizione per poter apprezzare appieno la teoria della discendenza. Ora appunto queste indispensabili condizioni pregiudiziali in moltissimi « dotti » non si trovano per nulla soddisfatte. L'enorme massa di nuovi fatti empirici che si son fatti conoscere dai giganteschi progressi della moderna storia naturale ha portato con sè una tendenza predominante allo studio

speciale di singoli fenomeni e di ristretti campi di ricerche. Con ciò la conoscenza delle altre parti e sopratutto del grande complesso della natura vien per solito interamente trascurata. Ognuno che ha occhi sani ed un microscopio per osservare, diligenza e pazienza per star seduto, può oggidì con « scoperte » microscopiche raggiungere una certa rinomanza senza per ciò meritare il nome di naturalista. Questo spetta in realtà solo a colui che si sforza di conoscere non solo i singoli fenomeni ma anche il loro nesso causale.

Ancora oggidì il più dei paleontologi studiano e descrivono i fossili senza conoscere i più importanti fatti dell'anatomia comparata e dell'embriologia. D'altra parte molti embriologi seguono lo sviluppo e la metamorfosi dei singoli individui organici senza avere un' idea dell'evoluzione paleontologica dell'intero tipo cui questi appartengono, quale essa ci è palesata dai fossili. E tuttavia questi due rami della storia dell'evoluzione organica, l'ontogenesi o storia dell'individuo e la filogenesi o storia del gruppo, stanno fra loro in stretto rapporto causale e l'una non si può affatto intendere senza l'altra. Lo stesso è della parte sistematica e dell'anatomica della biologia. Ancor oggi vi sono in zoologia ed in botanica numerosi sistematici che lavorano nell'errore di poter solo coll'accurato studio delle forme esterne e facilmente accessibili del corpo e senza una profonda conoscenza della sua interna struttura costruire il sistema naturale degli animali e delle piante. D'altra parte vi sono anatomici ed istologi che credono di poter arrivare alla vera conoscenza del corpo animale o vegetale solo coll'esatto esame della interna struttura di una sola specie senza l'esame comparato del complesso della forma del corpo in tutti gli organismi affini. E tuttavia anche qui, come sempre, l'interno e l'esterno, ciò che è dovuto all'eredità e ciò che si deve all'adattamento, stanno fra loro in intima correlazione. A quegli specialisti unilaterali potremmo dunque ricordare quel che dice il Goethe:

Müsset im Naturbetrachten
Immer Eins wie Alles achten.
Nichts ist drinnen, Nichts ist draussen,
Denn was innen, das ist aussen. [1]

e più oltre:

Natur hat weder Kern noch Schale,
Alles ist sie mit einem Male. [2]

Però, molto più di quella direzione unilaterale, è dannosa per la comprensione generale del complesso della natura la *mancanza di coltura filosofica* che distingue molti naturalisti moderni. I molteplici erramenti dell'antica filosofia naturale speculativa al primo terzo del nostro secolo hanno gettato tutta la filosofia in tale discredito presso agli esatti naturalisti empirici che questi vivono nella strana illusione di potere costruire l'edifizio della storia naturale con soli fatti senza collegarli filosoficamente, con sole nozioni senza averne compreso il significato. Certamente un edifizio scientifico puramente speculativo, assolutamente filosofico, che non poggi sull' indispensabile base dei fatti empirici sarà sempre un castello in aria che la prima osservazione ben fatta manderà in ruina; specialmente in Germania di tali castelli non v'è penuria (vedasi per esempio Hegel). D'altra parte un sapere puramente empirico, composto solo di

[1] Nello studio della natura — dovete considerare sempre l'unità come il tutto. — Nulla è dentro, nulla è fuori, — poichè ciò che è dentro è fuori.

[2] La natura non ha nè nocciolo, nè scorza, — essa è tutta d'un pezzo.

fatti non è che un arido cumulo di pietre che mai potrà meritare il nome di edifizio. Esempi di quest'ultimo genere sono le opere etnografiche del noto « etnologo » Bastian; un variopinto caos di notizie accatastate nella cui disordinata enumerazione si è accuratamente evitato qualsiasi pensiero dirigente. I nudi fatti stabiliti dalla esperienza son pur sempre solo rozze pietre da costruzione e se non sono pensatamente utilizzati, se non sono filosoficamente connessi, non si può con essi fabbricare alcuna scienza. Come già prima ho cercato di mostrarvi ben chiaro, *è solo dalla più intima reazione e compenetrazione dell'empirismo colla filosofia che può sorgere l'incrollabile edifizio della scienza vera, monistica*, o ciò che vale lo stesso, *della scienza della natura.*

Da questo deplorabile allontanamento dei naturalisti dalla filosofia e dal rozzo empirismo, che sventuratamente i più degli scienziati vantano oggidì come « scienza *esatta* », nascono quegli strani scambietti della ragione, quelle grossolane offese alla logica più elementare, quell' impotenza a trarre le più semplici conseguenze che voi potete incontrare oggidì in tutte le vie della scienza, specialmente però nella zoologia e nella botanica. Qui si è ben puniti dell'aver negletto la coltura filosofica e l'educazione dello spirito. Non è dunque da stupire se a molti di quei rozzi empirici anche la profonda verità della teoria della discendenza rimane interamente ascosa. Come dice benissimo il proverbio volgare, « davanti a veri alberi essi non vedono la foresta ». Solo con studii filosofici più generali, coll'allargamento delle vedute e sopratutto con più rigorosa educazione logica dell' intelligenza si potrà durabilmente riparare a queste tristi condizioni.

I più visibili e numerosi esempi di questa mancanza di sana logica si trovano ancor oggidì nel campo della cosidetta « *antropologia esatta* », e poichè da una parte questa giovane scienza promette moltissimo per l'avvenire e che d'altra parte le obbiezioni da essa sollevate contro la teoria della discendenza riguardano appunto la conseguenza più importante di questa, « l'origine dell'uomo da pitecoidi », è ben opportuno farne ancor qui un più minuto esame critico. Come più evidente esempio di questo indirizzo scelgo qui la grande opera di Giovanni Ranke, *L'Uomo* (Lipsia, 1887), due volumi illustrati da oltre a mille figure [1]. Il punto di vista da cui questo « esatto antropologo » giudica la natura dell'uomo e che egli nella sua opera d' indole popolare espone al pubblico colto è caratterizzato da lui stesso con tutta la chiarezza desiderabile nella sua prefazione colla seguente dichiarazione: « La base di tutte le considerazioni contenute in questo libro è formata dalla proposizione universalmente accettata che logicamente tutto il mondo animale sotto il rispetto corporeo è raccolto per formare un'unità ideale alla cui sommità sta l'uomo. In questo senso il regno animale è l'uomo smembrato e l'uomo è il paradigma di tutto il regno animale ».

Nuovo questo principio del Ranke che, come dice egli stesso, è il fondamento di tutte le considerazioni antropologiche, nuovo, dico, non lo è; è l'antichissimo punto di vista dell' *idea antropocentrica* secondo la quale l'uomo è il centro e lo scopo ultimo di ogni vita terrena ed il resto della natura è creato solo per servire questo « signore del mondo » (cfr. sopra pag. 31). Come è noto, esso è strettamente legato all'errore *geocentrico* che la terra sia il centro fisso dell'universo attorno al quale centro si aggirano il sole, la luna, le stelle; chi trova buono quel primo concetto deve logicamente condividere anche quest'ultima opinione che ancora ultimamente è stata

[1] Traduzione italiana di G. e R. Canestrini, Unione Tip.-Editrice Torinese, 1891.

sostenuta con tanto successo dal pastore Knak. Secondo la nostra opposta opinione l'erronea dottrina geocentrica è stata confutata da Copernico e Newton nello stesso modo preciso con cui è stato confutato da Lamarck e Darwin l'errore antropocentrico.

Nuova però ed interessante è nel programma « fondamentale » di Ranke l'affermazione che questo principio antropocentrico sia una « *proposizione universalmente accettata* ». In prima linea ciò dovrebbe ad ogni modo potersi dire dei *zoologi;* questi, invero, sono quei naturalisti che han fatto del « regno animale » l'oggetto dei loro studii speciali e perciò, come è giusto, devono conoscerlo meglio degli altri. Io stesso, da circa trent'anni, faccio il professore di zoologia e credo di essermi fatto una certa idea generale del « regno animale », e poichè precedentemente io per breve tempo sono stato medico e che con sei anni di assiduo studio della medicina cercai di addentrarmi nella storia naturale dell'uomo, credo che anche in questo ordine d'idee io sia autorizzato a dare qualche giudizio in fatto di « antropologia ». Ora io affermo, e in ciò sono certo dell'unanime consenso di *tutti* i zoologi d'oggidì, che quel principio supremo, che secondo il Ranke è universalmente accettato, è *interamente falso* e che è precisamente il contrario di quel che è vero. Nè « il regno animale è l'uomo smembrato », nè « l'uomo è il paradigma di tutto il regno animale ». Dei dieci tipi del regno animale (pag. 290), dei quali abbiamo precedentemente studiato la filogenesi, cinque (e fra essi di gran lunga i più ricchi di forme) *non hanno nemmeno alcuna relazione coll'uomo*, e sono le spugne, i cnidari, i molluschi, gli echinodermi e gli articolati. Dei cinque rimanenti, quattro hanno solo un rapporto morfologico e filogenetico coll'uomo inquantochè verosimilmente *alcune* forme di cadun tipo appartengono alla serie degli antenati dell'uomo od almeno ai loro più prossimi affini; così i gastreadi, i più antichi platodi, alcuni gruppi di elminti ed i copelati fra i tunicati. *Solo un unico tipo* del regno animale può in un certo senso dirsi che sia « l'uomo smembrato » e di esso l'uomo può dirsi il « paradigma »; questo è il tipo dei *vertebrati*. Ma veramente questa unità non è « ideale », come afferma il Ranke, ma ben « reale » cioè *filogenetica*, l'uomo non è che un piccolo ramoscello sviluppatosi molto tardi dalla grande stirpe dei vertebrati che con numerosi rami e migliaia di diverse diramazioni si è sviluppata indipendentemente in ogni senso, senza che la gran maggioranza di esse abbia un rapporto « ideale » o altro coll'uomo.

Tale è il nostro moderno concetto fondamentale *filogenetico* dell'uomo che sta nella più aperta contraddizione col concetto antropocentrico sostenuto dal Ranke. Solo uno dei due può essere vero. Certamente questo concetto antropocentrico lusinga molto la superbia e la presunzione dell'uomo; non è perciò da meravigliare se questa illusione da gran tempo invecchiata e combattuta per la prima volta ottant'anni fa da Lamarck è ancor oggidì nel nostro pubblico antropologico accettata con tanta gratitudine. Questi esatti antropologi facendo a gara coi teologi e coi filosofi dualisti per dipingere all'uomo colle più splendide tinte la sua posizione « sopra natura » e presentandogli l'abisso fra il « regno umano » ed il regno animale come impossibile a colmare, rassomigliano a quegli adulatori delle corti principesche che nei secoli passati dimostravano col maggior successo la « natura divina » della casta dominatrice in opposizione al volgo profano. Certo che la va altrimente quando si tratti di sapere se quel principio supremo di Ranke e compagni *sia vero* e se possa scientificamente venir dimostrato. Tutti i zoologi moderni, e solo questi possono essere giudici in questioni zoologiche, affermeranno con me il contrario e testimonieranno che quel « fondamento di tutte le considerazioni » è affatto insostenibile.

Da queste circostanze si può già vedere *a priori* come nell'opera riccamente illustrata del Ranke il vero aspetto dell'uomo ed il suo « posto nella natura » debbano in tutti i particolari essere sfigurati. Tutti i fatti zoologici che potrebbero spargervi la vera luce e che per chiunque pensi logicamente dimostrano la discendenza dell'uomo da una serie di altri vertebrati vi sono o taciuti o presentati in tal modo che chi legge senza prevenzione deve concludere l'opposto del vero. Tutte le particolarità invece che offrono difficoltà alla teoria dell'evoluzione o che sembrano parlare contro all'origine dell'uomo dalle scimmie vengono trattate a fondo e messe in gran luce. È vero che nelle numerose obbiezioni sollevate dal Ranke, contro alla teoria della discendenza, il più delle volte si cerca invano tanto la sana logica quanto le indispensabili cognizioni zoologiche.

Questi schiarimenti sull'opera del Ranke sull'uomo e l'energica protesta contro la sua tendenza antropocentrica interamente opposta alla verità mi parvero qui opportuni perchè quest'opera, in grazia alle sue eccellenti illustrazioni ed alla ricca collezione di interessanti fatti che essa contiene si è acquistata un'ampia cerchia di lettori. Essa forma una parte della continuazione della nota opera di lusso « La vita degli animali, del Brehm » la più grande e ben illustrata storia naturale popolare che abbiamo ora. È molto da deplorare che la redazione di questa sparsissima opera abbia affidato appunto la parte più importante di essa ad uno dei più acerbi oppositori della teoria della discendenza. Questa parte antropologica sta così in flagrante opposizione alle altre parti, alla segnalata *Etnologia* di Federico Ratzel [1], alla *Vita delle Piante* di Antonio Kerner così ricca di idee [2] ed all'eccellente *Storia della Terra* di Melchiorre Neumayr [3]. Mentre il lettore in tutte queste opere splendidamente illustrate viene condotto, colla guida della teoria dell'evoluzione, alla vera intelligenza dei fenomeni, egli nell'opera del Ranke trova affatto l'opposto; una ricca collezione di meravigliose particolarità le cui cause non sembrano spiegabili che con prodigi soprannaturali.

Quanto diversi ci appaiano i risultati della moderna « antropologia esatta » nella luce della teoria della discendenza il lettore libero di pregiudizi può vederlo dall'eccellente *Antropologia* di Paolo Topinard (68) sopra ricordata, come pure dalle note *Testimonianze della posizione dell'uomo nella natura* dell'Huxley (27) e dall'ottimo libriccino di Wiedersheim (1887): *La struttura dell'uomo come testimonianza del suo passato* (69). Io stesso, nella mia *Antropogenesi* (56), ho cercato di addurre le prove dimostranti che la legge fondamentale biogenetica vale anche per l'uomo e che il genere umano è tanto certamente nato per graduale trasformazione da una lunga serie di altri vertebrati come è certo che nell'embriogenesi umana la graduale trasformazione dalla cellula-uovo all'embrione umano segue di fatto colle stesse regole che negli altri vertebrati. Secondo la mia convinzione, appunto *questi fatti ontogenetici hanno il massimo valore*, e tutte le obbiezioni sollevate sono altrettanto vane ed insostenibili quanto le altre obbiezioni già chiarite che riguardano la teoria della discendenza.

Una serie di altri appunti fatti alla teoria della discendenza è di natura non teorica, ma bensì pratica; essi riguardano non la sua verità scientifica e le sue prove ma invece le *conseguenze pratiche* che si temono dalla sua diffusione, per la nostra educazione spirituale e la nostra civiltà. Non pochi sono d'avviso che per essa verrebbero

[1] Traduzione italiana di M. Lessona, Unione Tip.-Editrice Torinese, 1891.
[2] Traduzione italiana di L. Moschen, Unione Tip.-Editrice Torinese, 1891.
[3] Traduzione italiana, Unione Tip.-Editrice Torinese.

scosse le basi di quest'ultima e che la moralità verrebbe posta in pericolo. Queste paure sono le stesse che si son sempre opposte a tutti i grandi progressi della scienza. In ogni tempo i frutti dell'« albero della scienza » si considerarono come proibiti, ed in ogni tempo le caste sacerdotali che si sognavano d'essere sole nel pieno possesso della verità li hanno gelosamente custoditi e li han predati a loro vantaggio e a danno del resto dell'umanità. Quando Copernico 300 anni or sono distrusse la falsa dottrina geocentrica e fondò il nostro moderno sistema dell'universo si levò la stessa tempesta di ire e la Chiesa scagliò gli stessi anatemi come trent'anni fa quando il Darwin tolse all'errore antropocentrico il suo ultimo appoggio.

La storia dell'incivilimento ci ha insegnato quanto fossero sempre state infondate quelle paure. La scoperta e la diffusione di qualunque grande verità ha per naturale conseguenza il tramonto di errori sussistenti, e quanto più ragguardevoli erano questi ultimi tanto più deve sembrar pericolosa l'influenza di quella. Ma presto o tardi appare chiaro che quel temuto pericolo portava con sè le più brillanti conseguenze. Per ogni profonda ferita che il progresso della scienza fa alle idee dei tempi esso porta in pari tempo il rimedio più efficace e dall'ara d'una verità caduta sorgono dieci nuove e migliori cognizioni.

Così dobbiamo noi pure tener per sicuro che l'incomparabile progresso portato dalla teoria della discendenza nelle nostre conoscenze naturali avrà presto o tardi le più vittoriose conseguenze per le pratiche della vita umana. Ma anche se questa convinzione non avesse la sicurezza che noi ammettiamo noi non dovremmo ricavarne alcun'obbiezione contro la verità di quella teoria ed al dovere che abbiamo di promuoverla. Infatti rimane sempre cómpito della scienza di *riconoscere la verità naturale per amore di essa* senza curarsi delle conseguenze pratiche che gli uomini ne possano trarre. Alla fine, nella lotta delle intelligenze, la vittoria rimane pur sempre ai migliori.



TRENTESIMA CONFERENZA

Prove in favore della teoria della discendenza.

Dieci gruppi di fatti biologici come prove della teoria della discendenza: Fatti della paleontologia, ontogenesi, morfologia, tectologia, sistematica, disteleologia, fisiologia, psicologia, corologia ed ecologia. — Spiegazione meccanico-causale di questi dieci gruppi di fenomeni per mezzo della teoria della discendenza. — Loro intimo nesso causale. — Prove dirette della teoria della selezione. — Sua relazione colla teoria pitecoide. — Induzione e deduzione. — Prove in favore della discendenza dell'uomo da scimmie: fatti zoologici. — Sviluppo graduale dello spirito umano in connessione con quello del corpo. — L'anima dell'uomo e l'anima delle bestie. — Sguardo nel futuro: trionfo della filosofia monistica.

Signori!

Giunti al termine delle nostre conferenze sulla dottrina dell'evoluzione, io vi ho esposto nell'ultima conferenza le principali obbiezioni che le son state fatte ed ho cercato di confutarle. Sarà dunque opportuno di gettare ancora una volta lo sguardo sulle *prove* che parlano in favore di essa, e mostrare come esse nel loro complesso formano un'incontrastabile testimonianza in favore della verità della teoria dell'evoluzione e specialmente della sua parte biologica, la teoria della discendenza. Quanto più la dottrina della discendenza negli ultimi anni si è fatto generalmente strada, quanto più tutti i moderni naturalisti realmente pensanti e tutti i filosofi che hanno realmente un'istruzione biologica si sono convinti della sua inoppugnabile verità, tanto più insistentemente gli avversarii di essa hanno domandato delle *prove* di fatto in suo favore. Le stesse persone che poco dopo la comparsa dell'opera di Darwin la dichiaravano un « edificio fantastico senza corpo », una « speculazione arbitraria », un « sogno ingegnoso », le stesse si vedono ora obbligate a dichiarare che la teoria della discendenza sia veramente un'*ipotesi* scientifica, che essa però debba ancora essere dapprima *dimostrata.*

Quando queste dichiarazioni provengono da gente che non possiede la voluta istruzione empirico-filosofica, che non possiede le necessarie conoscenze in anatomia comparata, embriologia e paleontologia, allora non ci si bada e la si rimanda agli argomenti che sono dati da quelle scienze. Se però le stesse cose dette ancora oggidì da naturalisti riconosciuti, i quali dovrebbero pure possedere un concetto generale del complesso della loro scienza o che hanno realmente cognizione dei fatti offerti da quei rami della scienza, allora in verità non si sa che dire. Quelli cui non basta il tesoro di conoscenze naturali che fin d'ora possediamo per fondarvi sopra sicuramente la teoria della discendenza, non si lascieranno convincere della sua verità da nessun altro fatto che più tardi venisse per avventura scoperto.

Evidentemente noi non possiamo immaginarci alcun fatto che possa dare una più forte e valida testimonianza in favore della verità della teoria della discendenza di

quel che facciano sin d'ora, per esempio, i noti fatti di anatomia comparata ed ontogenesi. *Tutti i grandi gruppi di fatti e tutte le estese serie di fenomeni dei più diversi territorii scientifici possono per mezzo dalla teoria dell'evoluzione essere spiegati meccanicamente ed esser veramente compresi;* senza di lei essi rimangono interamente inesplicati ed inconcepibili. Appunto in questo intimo *nesso causale unitario e meccanico* sta la sua salda potenza. I fondamenti empirici di questa legge induttiva, le solide basi dell'edificio della discendenza sono date dai seguenti dieci gruppi di fatti biologici:

1) I *fatti paleontologici:* i fenomeni osservati nell'apparizione dei fossili e la graduale consecuzione storica delle specie e gruppi di specie fossili, i fenomeni del cambiamento paleontologico delle specie e specialmente del *progressivo differenziamento e perfezionamento* dei gruppi animali e vegetali nei periodi che si succedevano l'un l'altro nella storia della terra. La *spiegazione meccanica* di questi fenomeni paleontologici ce la dà la *filogenesi.*

2) I *fatti ontogenetici:* i fenomeni dell'*ontogenesi,* della storia dell'evoluzione individuale degli organismi (embriologia e metamorfologia), le successive modificazioni che si osservano nella graduale evoluzione del germe e dei suoi singoli organi, sopratutto il *differenziamento e perfezionamento progressivo* degli organi e delle membra nei periodi succedentisi dello sviluppo individuale. La *spiegazione meccanica* di questi fenomeni ontogenetici è data dalla *legge biogenetica fondamentale.*

3) I *fatti morfologici:* i fenomeni dell'*anatomia comparata degli organismi;* la corrispondenza essenziale nell'intima struttura dei gruppi affini malgrado qualsiasi diversità di forma esterna delle varie loro specie. La *spiegazione meccanica* di tali fenomeni morfologici è data dalla teoria della discendenza che fa derivare l'interna concordanza della struttura dall'*eredità* e l'esterna disparità di forma dall'*adattamento.*

4) I *fatti tectologici:* i fenomeni spettanti al campo dell'istologia e dei rami affini della scienza della struttura, la regolare costituzione dell'organismo multicellulare da cellule e tessuti, come pure da organi di diverso ordine. La *spiegazione meccanica* di questi fenomeni istologici è data dalla *teoria cellulare* che da un lato constata la natura permanentemente cellulare dei protisti, e dall'altro deriva da essi gli istoni pluricellulari.

5) I *fatti sistematici:* i fenomeni che si osservano nel naturale aggruppamento di tutte le diverse forme di animali e piante, il loro distribuirsi in molti gruppi, grandi e piccoli l'un l'altro subordinati o paralleli, i legami di affinità morfologica intercedenti fra le specie, i generi, le famiglie, gli ordini, le classi, ecc.; in modo però affatto speciale l'*aspetto dendriticamente ramificato del sistema naturale* il quale si rivela da se stesso quando si ordinino naturalmente tutte queste categorie. La *spiegazione meccanica* di questa parentela morfologica gradatamente diversa si ha ammettendo che essa è l'espressione della vera *parentela di razza; la forma dendritica del sistema naturale non si può concepire che come vero albero genealogico degli organismi.*

6) I *fatti disteleologici:* gli interessantissimi fenomeni delle parti atrofizzate e degenerate, senza scopo ed inattive, degli organi abortivi e *rudimentali;* il fatto che nella costituzione adatta del corpo di quasi tutti gli organismi superiori si trovano tali parti senza scopo disposte per una certa funzione ma inabili ad esercitarla. La *spiegazione meccanica* di tali fatti è data dalla *disteleologia* o dottrina della non conformità allo scopo, una delle parti più importanti e più interessanti della teoria della selezione; essa spiega il regredire e l'atrofizzarsi degli organi rudimentali per mezzo della mancanza di esercizio e di uso.

7) I *fatti fisiologici:* i fenomeni dell'*adattamento* (nutrizione) e dell'*eredità* (riproduzione) connessi col ricambio materiale e coll'accrescimento, col moto e colla sensitività degli esseri viventi. La *spiegazione meccanica* di tutti questi fenomeni biologici è data dalla *fisiologia comparata,* che li riconduce alle leggi della fisica e della chimica.

8) I *fatti psicologici:* i fenomeni della vita psichica in largo e stretto senso dell'anima cellulare dei protisti come dell'anima cerebrale degli istoni; i regolari processi dell'irritabilità organica di tutte le cellule, dell'attività volitiva e della vita di sensazione, non esclusa *la coscienza.* La *spiegazione meccanica* di tutte queste « attività psichiche » è data dalla *psicologia monistica* che prende come base l'*anima cellulare* dei protisti e da essa, secondo le leggi fondamentali della « psicologia cellulare », ricava le complesse funzioni psichiche degli istoni.

9) I *fatti corologici:* i fenomeni della distribuzione in ispazio delle specie organiche, la loro *distribuzione geografica e topografica sulla superficie della terra,* sulle diverse provincie delle parti della terra e nei differenti climi, sulle altezze dei monti e nelle profondità del mare. La *spiegazione meccanica* di questi fenomeni corologici è data dalla *teoria delle migrazioni* che ammette che ogni specie di organismo irraggia da un cosidetto *centro di creazione* (più esattamente detto « patria primitiva » o luogo d'origine), cioè da un unico sito nel quale essa si formò per la prima volta e dal quale essa si diffuse per migrazione attiva o passiva.

10) I *fatti ecologici:* i fenomeni estremamente varii ed intricati che ci sono presentati dalle *relazioni degli organismi col mondo esterno che li circonda,* colle condizioni organiche ed anorgiche di esistenza; la cosidetta « *economia della natura* », i rapporti reciproci di tutti gli organismi che vivono gli uni cogli altri in un medesimo sito. La *spiegazione meccanica* di questi fenomeni ecologici è data dalla teoria dello *adattamento* degli organismi al loro ambiente, del loro trasformarsi in seguito alla lotta per la vita, al parassitismo, ecc. Mentre queste contingenze della *economia naturale* osservate superficialmente appaiono come sagge disposizioni di un creatore che operi in modo conforme ad uno scopo, esse ad un esame più profondo si palesano come conseguenze necessarie di cause meccaniche (adattamenti).

Ogni naturalista che giudichi bene e senza partito preso, che si addentri in uno di questi dieci grandi campi di fenomeni biologici e si sforzi di spiegare con cause naturali quest'abbondanza di fatti si convincerà che ciò è solo possibile coll'aiuto della teoria della discendenza, quei fatti sono dunque altrettante *prove* della verità di questa ultima. Ora questa appare ancora più evidente dal logico collegamento di quelle diverse serie di fenomeni, dal riconoscimento del nesso causale meccanico che intercede fra di esse. Basti qui ricordare l'intimo nesso che lega la paleontologia coll'ontogenesi, la morfologia colla sistematica, la fisiologia colla psicologia, la corologia coll'ecologia.

Insistiamo però particolarmente sul fatto che l'intimo nesso causale fra i fenomeni di tutti questi territorii biologici, è un nesso *meccanico* a quel modo che la loro spiegazione per mezzo della teoria della discendenza è *meccanica,* vale a dire che qui vengono considerate solo *cause efficienti,* non mai *cause finali.* Esse servono perciò tanto di solido stabilimento alla *filosofia monistica,* che di evidente confutazione al *concetto dualistico dell'universo.*

In base alle grandiose testimonianze citate, noi dovremmo, per spiegare i fenomeni biologici, accettare la teoria della discendenza del Lamarck anche se noi non possedessimo la teoria darwiniana della selezione. Ora però vi si aggiunge che la prima riceve

da quest'ultima una così completa *dimostrazione diretta* ed un così saldo fondamento su basi meccaniche che più non potremmo desiderare. Le leggi dell'*eredità* e dello *adattamento* sono *fatti* fisiologici universalmente riconosciuti, quelle son riconducibili alla *riproduzione* delle cellule, queste alla loro *nutrizione*. D'altro lato la *lotta per l'esistenza* è un fatto biologico che segue con matematica necessità dalla generale sproporzione fra il numero complessivo degli individui organici ed il numero sovrabbondante dei loro germi. Ora nella lotta per l'esistenza trovandosi l'adattamento e l'eredità in costante reazione reciproca ne segue inevitabilmente la *scelta naturale* la quale dappertutto e costantemente esercita la sua azione modificatrice sulle specie organiche e per *divergenza di carattere* produce nuove specie. La sua azione è poi ancora specialmente favorita dalle *migrazioni* attive e passive degli organismi le quali si van compiendo dappertutto. Se noi ponderiamo bene queste circostanze, allora la costante e graduale trasformazione o trasmutazione delle specie organiche ci appare come un processo biologico che, secondo la legge causale, deve seguire per *necessità* dalla natura propria degli organismi e dai vicendevoli rapporti che essi hanno gli uni cogli altri.

Che anche l'*origine dell'uomo* debba venir spiegata da questo processo generale di trasmutazione organica e che da questo essa venga spiegata con altrettanta semplicità che naturalezza, io credo di avervelo sufficientemente dimostrato nelle ultime conferenze. Io però qui non posso a meno di accennare ancora una volta al legame al tutto indissolubile che lega questa cosidetta « teoria pitecoide » con tutta la teoria della discendenza. Se quest'ultima è la più grande *legge induttiva* della biologia, la prima ne segue necessariamente come la sua più grande *legge deduttiva*. *Entrambe stanno e cadono insieme*. Poichè tutto sta nell'intendere rettamente questa proposizione che io tengo per importantissima, e sulla quale perciò ho già ripetutamente insistito, mi si permetta qui di spiegarla ancora con alcuni esempi.

In tutti i mammiferi che noi conosciamo la parte centrale del sistema nerveo è il midollo spinale ed il cervello. Noi tiriamo da ciò la *conclusione induttiva* generale che tutti i mammiferi, senza eccezione, le specie estinte e quelle ignote ancora viventi tanto come quelle che furono da noi studiate, posseggono un tale cervello e midollo spinale. Se ora viene in qualche sito scoperta una nuova specie di mammifero, per esempio, una nuova specie di marsupiale, od una nuova specie di scimmia, ogni zoologo sa già *a priori* con tutta certezza, senza averne studiata l'interna struttura, che questa specie deve parimente possedere un cervello ed un midollo spinale. A nessun naturalista passa pel capo di dubitarne e di immaginare per avventura che il sistema nerveo centrale di questa nuova specie di mammifero possa esser costituito da una catena ventrale con cingolo esofageo, come negli articolati o da paia sparse di ganglii come nei molluschi. Quella conclusione affatto definita e sicura che non riposa tuttavia su nessuna esperienza diretta è una *conclusione deduttiva*. Inoltre in tutti i mammiferi si sviluppa di buon'ora nell'embrione un *allantoide vescicolare*. Solo nell'uomo esso non era stato finora osservato. Ciò malgrado nella mia *Antropogenia* apparsa nel 1874 (56), io ne ho affermato decisamente l'esistenza nell'uomo e fui perciò accusato di « falsare la scienza ». Solo un anno più tardi (1875) l'allantoide vescicolare dell'uomo fu veramente osservato e così fu confermata in via di fatto la mia *deduzione* basata sull'*induzione*. In base allo stesso processo logico il Goethe (come io notai in una passata conferenza) svolse dall'anatomia comparata dei vertebrati la conclusione induttiva generale che essi tutti posseggono un intermascellare, e ne

trasse più tardi la speciale conclusione deduttiva che anche l'uomo, che sotto tutti gli altri rapporti non è essenzialmente diverso dagli altri mammiferi, debba possedere un simile intermascellare. Egli affermò tale conclusione senza aver realmente visto un intermascellare umano e non constatò che più tardi l'esistenza di questo per vera osservazione (pag. 51).

L'*induzione* è dunque un procedimento logico *dal particolare al generale*, da molte singole osservazioni ad una legge generale; la *deduzione* invece conclude *dal generale al particolare*, da una legge naturale generale ad un singolo caso. Ora, senza alcun dubbio, la *teoria della discendenza* è pure una grande legge d'*induzione* basata empiricamente su tutte le sopraricordate esperienze biologiche; invece la *teoria pitecoide*, l'affermazione che l'uomo si sia svolto da mammiferi inferiori e in prima linea da mammiferi pitecoidi, è una *legge deduttiva* particolare la quale è indissolubilmente legata a quella grande legge induttiva.

L'albero genealogico del genere umano, del quale nella penultima conferenza vi ho accennato approssimativamente i grandi tratti e che io ho trattato a fondo nella mia *Antropogenia* (56), resta naturalmente nelle sua particolarità (come tutti gli alberi genealogici sopra discussi degli animali e delle piante), solo una catena più o meno approssimativa di ipotesi genealogiche. Io considero come cosa certa che molti singoli punti da noi ammessi in questa serie di ipotesi sono falsi e che più tardi i progressi della filogenesi umana ci presenteranno in modo diverso molti dei venticinque gradi di progenitori da noi ammessi. Ciò però in complesso non ha influenza sull'applicazione all'uomo della teoria della discendenza. Qui, come in tutte le altre ricerche sulla discendenza degli organismi, voi dovete ben distinguere fra la *teoria* generale e la speciale *ipotesi* della discendenza. La *teoria* generale della discendenza ha diritto ad una validità completa e generale poichè essa è fondata induttivamente su tutte le sovra enumerate serie di fenomeni biologici e sul loro intimo nesso causale. Invece ogni speciale *ipotesi* della discendenza dipende, per ciò che riguarda il suo speciale valore, dallo stato momentaneo nelle nostre conoscenze biologiche e dall'ampiezza della base empirica obbiettiva su cui noi fondiamo deduttivamente per mezzo di conclusioni subbiettive questa ipotesi. Per ciò tutti i singoli tentativi per riconoscere l'albero genealogico di qualche gruppo di organismi non hanno mai che un valore temporaneo e condizionato, e la speciale ipotesi che noi facciamo al riguardo andrà sempre più perfezionandosi quanto più noi progrediremo nell'anatomia comparata, ontogenesi e paleontologia del relativo gruppo. Quanto più però noi ci perdiamo in particolarità genealogiche, quanto più lontano noi seguiamo i singoli rami e ramuscoli dell'albero genealogico, tanto più, per lo stato incompleto delle basi empiriche, diviene malsicura la nostra speciale *ipotesi* sulla discendenza. Ciò tuttavia non intacca menomamente la *teoria* generale della discendenza.

Così pure non v'ha il minimo dubbio che noi possiamo e dobbiamo affermare con piena sicurezza come *teoria* generale che l'uomo origina dapprima da pitecoidi, poi da mammiferi inferiori e così più oltre da gradi sempre più bassi del tipo dei vertebrati, sino ai più infimi invertebrati che ne formano le radici, anzi giù sino ad un semplice plastidio. All'incontro, il seguire in modo speciale la genealogia umana, la più esatta determinazione delle forme animali a noi note che o appartennero realmente ai progenitori dell'uomo o che almeno erano i più prossimi consanguinei di essi rimarrà sempre un'*ipotesi* filogenetica più o meno approssimativa. Questa corre tanto più pericolo di allontanarsi dal vero albero genealogico quanto più essa cerca di avvicinarglisi colla ricerca delle singole forme ataviche. Ciò è una conseguenza necessaria

dell'enorme manchevolezza delle nostre conoscenze paleontologiche che giammai per niuna circostanza saranno approssimativamente complete.

Dal ponderato esame di queste importanti contingenze, vien subito fuori la risposta ad una domanda che viene emessa per solito in prima linea quando si tratta di questo soggetto, cioè la domanda di *prove scientifiche dell'origine animale del genere umano.* Non solo gli avversarii della teoria della discendenza, ma anche molti suoi fautori cui manca la necessaria coltura filosofica, rivolgono allora prevalentemente il pensiero a singoli fatti sperimentali, a speciali progressi empirici della storia naturale. Si aspetta che improvvisamente la scoperta d'una razza umana colla coda, o di una specie di scimmie dotata di parola o di un'altra forma di passaggio vivente o fossile fra l'uomo e le scimmie debba riempire ancor più la piccola lacuna che ancor sussiste fra i due, e così « provi » empiricamente la discendenza dell'uomo dalle scimmie. Simili scoperte particolari fossero esse pure così convincenti e probanti non potranno però mai dare la prova desiderata. La gente spensierata o ignara dei fenomeni biologici potrà sempre sollevare contro quelle singole testimonianze le stesse obbiezioni che essa fa anche ora alla nostra teoria.

L'incrollabile sicurezza della teoria della discendenza, anche nella sua applicazione all'uomo, ha piuttosto ben più profonde basi; essa non può mai venire riconosciuta nel suo vero valore solo con singole osservazioni empiriche, ma bensì colla composizione filosofica e coll'utilizzamento di tutto il nostro tesoro di conoscenze biologiche. Essa sta appunto in ciò che la teoria della discendenza segue necessariamente come legge induttiva generale dalla sintesi comparata di tutti i fenomeni della natura organica e specialmente dal triplice parallelo dell'anatomia comparata, dell'ontogenesi e della paleontologia. La teoria dei pitecoidi resta in tutti i casi (astraendo affatto da tutte le dimostrazioni particolari) una speciale conclusione deduttiva la quale a sua volta si deve trarre colla stessa necessità logica dalla legge induttiva generale della teoria della discendenza.

Secondo me tutto dipende dalla retta intelligenza di questo *fondamento filosofico della teoria della discendenza* e della *teoria dei pitecoidi* che le è indissolubilmente collegata. Ogni naturalista libero da preconcetti e pregiudizii, il quale ha un sano giudizio e le necessarie cognizioni biologiche, deve oggi necessariamente arrivare alla stessa conclusione: Se ad ogni modo la teoria dell'evoluzione è vera, se le singole specie animali non sono state « create con un miracolo » ma si sono svolte in via naturale da forme inferiori, allora anche l'uomo non può fare eccezione; infatti anche l'uomo, per tutta la sua struttura, è un mammifero, svoltosi filogeneticamente dalla classe dei mammiferi, e poichè fra tutti i mammiferi le scimmie sono di gran lunga le più simili all'uomo, poichè le differenze nella struttura corporea dell'uomo da quella delle scimmie antropomorfe sono molto più piccole che quelle che intercedono fra queste ultime e le scimmie inferiori, così *sta ora indubbiamente salda questa proposizione: « l'uomo discende dalle scimmie ». Va poi da sè* che con ciò non si consideri come progenitrice del genere umano alcuna forma di scimmia vivente, ma una specie d'antropoide da molto tempo estinta; su ciò ho già più volte espressamente insistito.

Naturalmente i numerosi avversarii della teoria della discendenza, e sopratutto i teologi che credono che essa metta in pericolo l'esistenza della Chiesa, si adoperano con tutte le forze a confutare questa logica proposizione e poichè non si possono trovare *argomenti* scientifici contro di essa, citano *autorità* scientifiche per annientare questo odiato « errore ». Fra queste autorità viene oggidì sopratutto invocato il celebre patologo Rodolfo Virchow. Questi tenne anni fa in Berlino una conferenza che fece parlare

molto di sè e la cui proposizione culminante era: « *È affatto certo che l'uomo non deriva da scimmie* ». Poichè quest'affermazione nega il nostro punto capitale tanto esplicitamente quanto esplicitamente noi lo affermiamo, e poichè essa sino al dì d'oggi viene continuamente citata come « confutazione fondamentale della teoria dei pitecoidi », è ben opportuno esaminarla qui un po' più da vicino e vagliarne gli argomenti.

Il concetto « scimmia » designa, come ognun sa, una determinata forma di mammifero e cioè *un gruppo* che è composto da numerosi generi e specie fra loro affini. Questo gruppo viene unanimemente considerato da tutti i zoologi come *un ordine naturale* della classe dei mammiferi e nettamente definito con caratteri ben determinati (cfr. pag. 404). Con altrettanta unanimità quest'ordine delle scimmie viene oggidì da tutti i zoologi riunito al gruppo di forme rappresentato dall'uomo nella divisione dei *primati* stabilita già 150 anni fa dalla perspicacia di Linneo. Infatti non solo l'uomo per la sua forma esterna è di gran lunga più simile alle scimmie di qualunque altro animale, ma esso rassomiglia loro eziandio nelle più importanti particolarità dell'*interna struttura*, nella caratteristica conformazione del cranio e del cervello, della dentatura e della placenta, nella particolare struttura del cuore, del canal digerente, degli organi maschili e femminili, ecc. Certo l'uomo sotto tutti questi rapporti non è interamente uguale a nessuna delle scimmie viventi (come non sono interamente uguali Mediterranei e Negri, Mongoli e Papua), ma le differenze fra l'uomo e le scimmie superiori sono molto più piccole che non le differenze fra queste ultime e le scimmie inferiori. Questa significantissima *legge di Huxley* rimane ancor oggidì salda in tutta la sua estensione malgrado tutti gli attacchi che i nostri avversarii hanno diretto contro di essa da venticinque anni (pag. 404). Anzi, come noi abbiamo già visto, si può persino farne un'applicazione più stretta entro i limiti del gruppo dalle catarrine, poichè l'uomo sotto ogni rapporto morfologico è molto più vicino agli antropoidi che questi non siano ai cinopiteci (pag. 406). Fondandosi su ciò, uno dei migliori conoscitori degli antropomorfi, Roberto Hartmann (67), riunisce persino questi antropoidi coll'uomo in *una famiglia* e contrappone a questa *tutte le altre scimmie* catarrine e platirrine ponendole in una *seconda famiglia*.

Questi sono fatti zoologici e questi fatti hanno il massimo peso. Essi, riuniti coi noti *fatti dell'ontogenesi comparata* (pag. 178), contengono *le più valide prove* che si possano pur immaginare in favore della « discendenza degli uomini da scimmie ». Se la loro forza dimostrativa non basta, allora noi dobbiamo rinunziare a sciogliere in modo ragionevole quel « problema dei problemi ». Anzi i zoologi ragionevoli dell'età presente son persino giunti concordemente alla convinzione che quella questione è relativamente chiara e facile da risolvere paragonata coi molto più difficili quesiti filogenetici che riguardano, per es., l'origine dell'elefante, del daman, delle proscimmie, ecc. E tuttavia nessun zoologo dubita più che tutti questi mammiferi non si debbano far discendere da uno stipite comune.

Così stando le cose, noi zoologi, che dovremmo pur essere i giudici più competenti, abbiamo ben diritto di chiedere: Come mai molti cosidetti *antropologi* possono ancor oggidì affermare che non ci sono prove di fatto dell' « origine dell'uomo da scimmie »? Come possono Virchow, Ranke e soci, che *non sono zoologi*, nei loro discorsi ogni anno ripetuti nei congressi antropologici ed altri, affermare che quella « tesi pitecoide » sia una mera ipotesi, un'affermazione non dimostrata, un sogno di filosofia naturale? Come possono questi antropologi chiedere ancora oggidì « sicure prove » di quella tesi,

quando queste prove son là in tutta la chiarezza voluta e riconosciute unanimemente da tutti i zoologi?

Per ciò che riguarda particolarmente le parole del Virchow contro questa tesi, notiamo che se esse hanno trovato tanto credito in ampia cerchia di persone è solo per la grande *autorità* che ha questo celebre scienziato in tutt'altro campo. La sua « patologia cellulare », l'ingegnosa applicazione della teoria cellulare a tutto il territorio della medicina scientifica, ha trent'anni fa procurato a questa scienza i più grandi progressi. Però questo merito grande e durevole non ha connessione di sorta colla posizione puramente negativa che il Virchow seguita pur troppo a tenere di fronte alla moderna teoria dell'evoluzione (cfr. pag. 440).

Ora se anche la « discendenza dell'uomo dalle scimmie » dal punto di vista zoologico non può più essere contrastata, le vien però sovente opposto che essa non sia valida che per l'evoluzione *corporea* dell'uomo, non per quella *spirituale*. Poichè noi finora non ci siamo occupati che della prima è ben necessario di gettare qui ancora uno sguardo su quest'ultima e di mostrare che anch'essa è soggetta alla stessa grande legge generale dell'evoluzione. A tal uopo è anzitutto necessario richiamarsi alla mente che il corporeo non può mai essere interamente disgiunto dallo spirituale, che questi due lati della natura sono invece indissolubilmente uniti e stanno fra loro nella più intima correlazione. Come già disse chiaramente il Goethe, « la materia senza spirito, lo spirito senza materia non possono in niun luogo esistere ed agire ». L'artificiosa separazione che la falsa filosofia dualistica e teleologica del passato faceva sussistere fra spirito e corpo, fra forza e materia, è stata distrutta dai progressi delle scienze naturali e sopratutto della teoria dell'evoluzione e davanti alla vittoriosa filosofia meccanica e monistica dei nostri tempi non può più mantenersi. In qual modo in seguito a ciò debba essere considerata la natura umana nei suoi rapporti col resto del mondo è stato recentemente mostrato con speciale chiarezza dal Radenhausen nelle sue ottime opere « Isis » ed « Osiris (33) », come pure da Carus Sterne nella sua eccellente storia dell'evoluzione dell'universo: « Werden und Vergehen » (26).

Per ciò ora che riguarda specialmente l'origine dello spirito umano, cioè dell'anima, noi osserviamo anzitutto in ogni individuo umano che essa dal principio in poi si sviluppa passo a passo e poco alla volta appunto come succede pel corpo. Noi vediamo che il bimbo neonato non ha nè coscienza indipendente, nè in generale chiari concetti delle cose. Questi nascono solo poco alla volta a misura che mediante l'esperienza dei sensi i fenomeni del mondo esterno agiscono sul sistema nervoso centrale. Ma mancano ancora al bimbo tutti quei movimenti psichici differenziati che l'uomo adulto acquista solo coll'esperienza di molti anni. Da questa evoluzione graduata dell'anima umana in ogni singolo individuo noi ora, per l'intimo nesso causale fra l'ontogenesi e la filogenesi, possiamo concluderne direttamente la graduale evoluzione dell'anima umana in tutta l'umanità e più oltre in tutto il tipo dei vertebrati. Legato indissolubilmente al corpo, anche lo spirito dell'uomo ha dovuto passare per tutti quei lenti gradi di sviluppo, fare uno ad uno tutti quei passi nella via del differenziamento e del perfezionamento di cui nella ipotetica serie dei progenitori umani esposta nella ventisettesima conferenza ho cercato di darvi un' idea approssimativa.

Certamente è appunto quest' idea quella che desta la massima ripugnanza nel più degli uomini quando vengono a conoscenza delle dottrine evolutive, poichè essa contraddice formalmente alle comuni concezioni mitologiche, ed ai pregiudizi consacrati da millenii. Tuttavia, come tutte le altre funzioni degli organismi, è di necessità che

anche l'anima umana si sia sviluppata storicamente e la psicologia animale comparata od empirica ci mostra chiaro che questa evoluzione non può essere intesa che come uno svolgimento graduale dall'anima dei vertebrati, come un lento differenziamento e perfezionamento che solo nel corso di molti millenii ha condotto allo splendido trionfo dello spirito umano sopra i gradi inferiori dei suoi antenati animali. Qui, come sempre, la ricerca dello sviluppo e la comparazione dei fenomeni affini è l'unica via per spingere al conoscimento della verità naturale. Noi dobbiamo dunque anzitutto, come abbiam fatto nella ricerca dello sviluppo corporeo, comparare le più alte manifestazioni animali da un lato colle manifestazioni animali inferiori, e dall'altro colle infime manifestazioni umane. Il risultato finale di questa comparazione è che *fra le anime più sviluppate che si trovano nelle bestie e le anime umane meno sviluppate esiste solo una piccola differenza quantitativa ma nessuna differenza qualitativa*, e che questa differenza è molto più piccola che la differenza fra le anime umane superiori e le infime o di quella fra le anime superiori delle bestie e quelle più basse.

Per convincersi della fondatezza di questo importante risultato si deve prima di tutto studiare comparativamente la vita psichica dei popoli selvaggi e dei bambini (57). All'infimo giudizio dell'evoluzione psichica umana stanno gli Australiani, alcune stirpi dei Papua della Polinesia ed in Africa i Boschimani, gli Ottentotti ed alcune schiatte di Negri; in America i Fuegiani. Il linguaggio, il più importante dei veri caratteri umani, è rimasto in essi all'infimo grado di sviluppo e con esso naturalmente vi è rimasta la formazione delle idee. Parecchie di queste stirpi selvagge non hanno nemmeno un termine per animale, pianta, tono, colore e simili semplicissimi concetti, mentre invece per ogni singola forma notevole di animale o pianta, per ogni tono o colore essi hanno un termine. Mancano dunque anche le più comuni astrazioni. In molte di queste lingue non vi sono nomi di numeri che per uno, due e tre; nessuna lingua australiana conta oltre a quattro. Questo fatto è particolarmente notevole, poichè sembrerebbe pur così semplice il contare sino a cinque come è il numero delle dita. Moltissimi popoli selvaggi non sanno contare che sino a dieci o venti mentre alcuni cani molto intelligenti si sono ammaestrati a contare sino a quaranta e persino oltre a sessanta. E tuttavia il numero è il principio della matematica! Alcune delle stirpi più selvagge dell'Asia meridionale e dell'Africa orientale non hanno ancora alcun concetto del primo fondamento di ogni umana civiltà, cioè della famiglia e del matrimonio. Essi vivono insieme in orde vagolanti che per tutto il loro modo di vita hanno più somiglianza coi selvaggi branchi di scimmie che cogli stati umani civili. Tutti i tentativi fatti per introdurre la civiltà fra queste e molte altre stirpi delle razze umane inferiori son finora falliti; è impossibile impiantare la civiltà umana dove manca ancora il terreno necessario, cioè un cervello umano perfezionato. Nessuna di quelle schiatte è ancor stata nobilitata dalla civiltà, essa le aiuta solo ad estinguersi più rapidamente. Esse si sono appena elevate sopra quell'infimo grado del passaggio delle scimmie antropoidi agli uomini pitecoidi già varcato da migliaia d'anni dagli antenati delle specie umane superiori (44).

Considerate ora d'altra parte i più alti gradi di sviluppo psichico nei vertebrati superiori, sopratutto uccelli e mammiferi. Se voi fate la solita distinzione dei tre gruppi principali di diversi movimenti psichici, la sensibilità, la volontà e l'intelligenza, voi trovate che sotto ognuno di questi rapporti gli uccelli e mammiferi superiori si collocano a lato di quelle forme umane inferiori o che persino le sorpassano decisamente. La *volontà* negli animali superiori è altrettanto decisa ed energica come negli uomini di forte carattere. Qui come là essa non è mai propriamente libera, ma è sempre

determinata da una serie di concetti causali (pag. 131). Inoltre i diversi gradi di volontà, di energia e di passione presentano negli animali superiori le stesse molteplici gradazioni che nell'uomo. Le *sensazioni* degli animali superiori non sono meno delicate e intense di quelle dell'uomo. La fedeltà e l'affezione del cane, l'amor materno della leonessa, l'amore e la fedeltà coniugale delle colombe e degli inseparabili sono proverbiali ed a quanti uomini potrebbero servire d'esempio! Se si designano qui queste virtù col nome d' « istinti » esse meritano allora nell'uomo la stessa denominazione. Per ciò che riguarda l'*intelligenza*, che senza dubbio presenta le maggiori difficoltà a chi la voglia considerare comparativamente, si può tuttavia già nelle ricerche psicologiche comparate, soprattutto negli animali domestici, ricavare con sicurezza che i processi del pensiero seguono qui le stesse leggi che in noi. Dappertutto a base dei concetti sta l'esperienza cui si deve il riconoscimento del nesso fra causa ed effetto. Dappertutto, come nell'uomo, è la via dell'induzione e della deduzione quella che conduce gli animali a trarre le conclusioni. Manifestamente sotto tutti questi rapporti gli animali superiori, per esempio i cani, gli elefanti, stanno molto più vicino all'uomo che gli animali inferiori, sebbene anche a questi essi siano congiunti da una lunga catena di graduati passaggi. Nelle ottime lezioni del Wundt sull'anima dell'uomo e degli animali (46) e nella *Vita psichica degli animali* (57) del Büchner voi ne troverete in quantità le prove.

Se ora, paragonando nei due sensi, mettete insieme gli uomini inferiori più pitecoidi, i Negri australiani, i Boschimani, gli Andamani, ecc. da un lato cogli animali più elevati, per esempio scimmie, cani, elefanti, e dall'altro cogli uomini di superiore intelligenza, con Aristotele, Newton, Spinoza, Kant, Lamarck, Goethe, allora non vi parrà più esagerata l'affermazione che la vita psichica dei mammiferi superiori si è svolta gradatamente sino a quella dell'uomo. Se voi voleste qui segnare un limite netto, allora voi dovreste anche segnarlo fra i più intelligenti uomini civili da un lato ed i più rozzi selvaggi dall'altro e riunire questi ultimi colle bestie. Tale è difatto l'opinione di molti viaggiatori che hanno osservato a lungo quelle infime razze umane nella loro patria. Così, per esempio, un inglese che ha molto viaggiato e che ha vissuto molto tempo sulla costa occidentale dell'Africa dice: « Io ritengo il Negro per una specie umana inferiore e non mi posso decidere a considerarlo come « uomo e fratello »; in tal caso si dovrebbe accogliere nella famiglia anche il gorilla ». Persino molti missionari cristiani che dopo anni di inutile lavoro desistettero dai loro sterili tentativi di civilizzare i popoli più inferiori, dànno lo stesso severo giudizio ed affermano che si potrebbero prima ammaestrare a vita civile gli animali domestici educabili che noi quegli uomini sragionevoli e bestiali. Il valoroso missionario austriaco Morlang, per esempio, il quale senza alcun risultato cercò per molti anni di civilizzare le stirpi pitecoidi nei Negri dell'alto Nilo, dice espressamente « che fra simili selvaggi ogni missione è affatto inutile. Essi stavano, dice, molto al di sotto degli animali irragionevoli; questi ultimi davano almeno segni di attaccamento a quelli che li trattano bene mentre quei bestiali indigeni sono assolutamente inaccessibili a qualsiasi sentimento di riconoscenza ».

Ora se da queste e molte altre testimonianze risulta indubbiamente che le differenze psichiche fra gli infimi uomini e gli animali superiori sono molto più piccole che quelle fra gli infimi e i più elevati fra gli uomini, e se voi riunite a ciò il fatto che in ogni bambino la vita psichica si sviluppa lentamente, a gradi e poco alla volta dall'infimo grado di incoscienza animale, siamo o non siamo autorizzati ad ammettere che anche l'anima dell'intero genere umano si è in pari modo sviluppata storicamente in modo lento e

graduale? E dobbiamo noi in questo fatto che l'anima umana si è svolta gradatamente dall'anima dei vertebrati per un lungo e lento processo di differenziamento e di perfezionamento trovare qualche cosa di « degradante » per lo spirito umano? Io vi confesso apertamente che quest'ultima opinione che oggidì molti oppongono alla teoria della discendenza dai pitecoidi mi riesce affatto incomprensibile. A questo proposito dice molto giustamente Bernardo Cotta nella sua ottima *Geologia del presente:* « I nostri antenati possono farci molto onore, è però molto meglio che noi facciamo onore ad essi » (31).

Per ciò che riguarda il nostro organo dell'anima, il cervello, le più accurate osservazioni empiriche hanno messo definitivamente fuori di dubbio come per la sua evoluzione sia valida la *legge biogenetica fondamentale* (cfr. sopra pag. 178). Lo stesso vale anche per la sua *funzione*, per l' « attività psichica ». Infatti col graduale sviluppo di qualsiasi organo procede di pari passo quello della sua funzione. Al differenziamento morfologico o « divisione di forma » delle parti del cervello corrisponde il loro differenziamento fisiologico, cioè la loro « divisione di lavoro ». Ciò dunque che nella vita comune si chiama brevemente « anima » o « spirito » dell'uomo (compresavi la « coscienza ») non è che la somma delle attività di un gran numero di cellule nervee, delle cellule gangliari, che compongono il cervello. Senza la normale composizione e funzione di queste ultime non si può immaginare una sana « anima ». Certamente questo concetto, una delle più importanti dottrine fondamentali della moderna fisiologia esatta, non è compatibile collo sparsissimo articolo di fede dell' « *immortalità personale* » dell'uomo. Però questo dogma dualistico, che ci appare nelle più molteplici forme nelle razze umane inferiori, oramai non è più affatto sostenibile. I meravigliosi progressi della fisiologia sperimentale e della psichiatria, come pure della psicologia comparata e dell'ontogenesi, nel corso dell'ultima metà del secolo hanno demolito pietra per pietra il solido piedestallo sul quale quel dogma sembrava saldamente posato. L'ultimo appoggio esso l' ha però solo perduto in causa delle grandiose scoperte biologiche dei due ultimi decennii, sopratutto dopo che fu strappato interamente il velame che finora avvolgeva la fecondazione (cfr. pag. 172). Noi sappiamo oggidì in modo certo e possiamo ad ogni momento dimostrare sotto il microscopio che questo meraviglioso processo della fecondazione non è altro che la fusione di due differenti cellule, la copulazione dei loro nuclei. In essa il nucleo della cellula spermatica maschile trasmette le proprietà individuali del padre, il nucleo della cellula-uovo femminea trasmette quella della madre; l'eredità dai due genitori è determinata dalla fusione dei due nuclei, e con questa sola comincia l'esistenza del nuovo individuo, del bambino. Egli è ragionevolmente impossibile il credere che questo nuovo essere debba avere una « *vita eterna* », senza fine, quando noi possiamo coll'osservazione diretta determinare colla massima precisione il suo *principio*.

La nostra teoria dell'evoluzione spiega tanto l'origine della singola persona umana come l'origine del genere umano ed il corso del suo sviluppo storico nel solo modo che sia naturale. Noi vediamo nella scala ascendente del suo evolversi dai vertebrati inferiori il massimo trionfo della natura umana su tutto il resto della natura. Noi siamo superbi di avere di tanto sorpassato i nostri umili antenati animali e da ciò ricaviamo la consolante certezza che anche nell'avvenire il genere umano seguirà in complesso la brillante via dell'evoluzione progressiva ed assurgerà ad un sempre più alto grado di perfezione intellettuale. Osservata in questo senso la teoria della discendenza ci apre nella sua applicazione all'uomo le più incoraggianti previsioni per l'avvenire e disarma tutte le paure che si sono opposte alla sua diffusione.

Già fin d'ora si può prevedere con certezza che la completa vittoria della nostra dottrina dell'evoluzione porterà immensa copia di frutti, frutti che in tutta la storia della civiltà umana non hanno uguali. La sua più prossima e diretta conseguenza, l'intiera riforma della *biologia*, trarrà necessariamente con sè la riforma ancor più importante e feconda dell'*antropologia*. Da questa nuova antropologia si svilupperà una nuova *filosofia* non fondata, come il più dei sistemi odierni, su metafisiche speculazioni, ma bensì sul solido suolo della zoologia comparata. Ora mentre da un lato questa nuova filosofia monistica ci aprirà la vera conoscenza del mondo reale, d'altra parte, colla sua applicazione alla vita pratica umana, ci aprirà una nuova via al perfezionamento morale. Col suo aiuto potremo finalmente cominciare a sollevarci dal triste stato di barbarie sociale in cui noi siamo ancor sempre immersi malgrado la vantata civiltà del nostro secolo. Poichè sventuratamente non è che troppo vero ciò che nota a tal riguardo il celebre Alfredo Wallace chiudendo la narrazione del suo viaggio (36): « Paragonati coi nostri sorprendenti progressi nelle scienze fisiche e nelle loro applicazioni pratiche, il nostro sistema di governo, di giustizia amministrativa, di educazione nazionale e tutta la nostra organizzazione sociale e morale rimangono in uno stato di barbarie ».

Da questa barbarie sociale e morale non ci solleveremo mai coll'educazione artificiosa ed ipocrita, coll'istruzione unilaterale e difettosa, coll'intima inanità e l'esterno splendore della nostra civiltà moderna. Piuttosto si richiede perciò anzitutto un completo e giusto *ritorno alla natura* ed alle condizioni naturali. Questo ritorno però sarà solo possibile quando l'uomo riconoscerà e comprenderà la sua vera « posizione nella natura ». Allora l'uomo, come osserva ottimamente Fritz Ratzel, « non seguiterà a considerarsi come un'eccezione alle leggi naturali ma comincierà finalmente a ricercare le leggi delle sue proprie azioni e dei suoi pensieri e si sforzerà a condurre la vita secondo le leggi naturali. Egli giungerà a regolare la vita coi suoi simili, cioè la famiglia e lo Stato, non secondo le leggi di secoli lontani, ma secondo i ragionevoli principii di una giusta conoscenza della natura. Politica, morale, fondamenti del diritto che ora sono ricavati da tutte le sorgenti possibili dovranno adattarsi alle leggi naturali. *L'esistenza veramente degna dell'uomo* della quale si favoleggia da migliaia d'anni diverrà infine una *realtà* ».

La più elevata funzione dello spirito umano è la perfezione delle cognizioni, lo sviluppo della coscienza umana e la forza morale che ne deriva. « Conosci te stesso! » Così gridavano già i filosofi dell'antichità all'uomo che si sforzava di nobilitarsi. « Conosci te stesso! » Così grida la teoria dell'evoluzione non solo al singolo individuo umano, ma a tutta l'umanità. E come il progredire nella conoscenza di se stesso sarà per ogni uomo la più potente leva pel perfezionamento morale, così anche l'umanità in complesso dalla conoscenza della sua vera origine e della sua reale posizione nella natura sarà guidata su una via superiore di perfezione morale. La semplice religione naturale che si basa sulla chiara scienza della natura e dell'inesauribile tesoro delle sue rivelazioni eserciterà in avvenire la sua azione nobilitante e perfezionatrice sull'evoluzione dell'umanità in ben più larga misura che non le molteplici religioni dei diversi popoli le quali riposano sulla cieca fede negli oscuri misteri di una casta sacerdotale, e nelle loro mitologiche rivelazioni. La solida base di quella religione naturale è data dal convincimento monistico dell'*unità di tutti i fenomeni naturali*, dell'unità dello spirito e del corpo, della forza e della materia, di Dio e del mondo. Le diverse forme di *panteismo* in cui da oltre due millenii le più grandi menti hanno espresso il concetto

naturale che si erano fatto dell'universo non sono che diversi modi d'esprimere quel pensiero fondamentale del *monismo*.

La religione naturale monistica, che noi dobbiamo dunque tenere per la vera « religione dell'avvenire », non sta, come tutte le religioni ecclesiastiche, in contraddizione, ma bensì in accordo, colle giuste conoscenze naturali. Mentre quelle religioni riposano sempre sull'inganno e sulla superstizione, la prima si fonda invece sulla verità e sulla scienza. Ora quanto la soggezione della ragione umana al giogo della superstizione e l'allontanamento dalla natura siano poco in grado di fare migliori e più felici gli uomini, ogni uomo di libera mente lo vede dalla storia di tutte le religioni ecclesiastiche. Il cosidetto fiorire del medio evo nel quale il Cristianesimo sviluppò la sua dominazione mondiale era il tempo della più grossolana ignoranza, della più ributtante rozzezza, della più profonda immoralità. La filosofia, questa regina delle scienze, la quale, già un mezzo millenio avanti Cristo, in Talete ed Anassimandro, in Eraclito, Empedocle e Democrito aveva posto i germi della moderna teoria dell'evoluzione era poi, per l'espandersi dei dogmi cattolici e pei roghi della loro Inquisizione, diventata il cieco strumento della Chiesa. Solo il potente sviluppo delle *scienze naturali* nell'ultimo secolo ha di nuovo mostrato alla filosofia traviata ed avvilita la perduta via della verità, e d'ora innanzi rimarrà suo fondamento la teoria monistica dell'evoluzione. La nostra epoca alla quale col fondamento scientifico della teoria dell'evoluzione era riservato il più alto premio della scienza umana sarà festeggiata dai secoli venturi come il punto col quale comincia una nuova e vittoriosa èra dell'evoluzione umana, caratterizzata dal trionfo del libero pensiero sulla tirannia dell'autorità e dall'influsso potentemente nobilitante della *filosofia monistica*.



ELENCO

DEGLI

SCRITTI ENUMERATI NEL TESTO

E RACCOMANDATI

ALLO STUDIO DEI LETTORI

(1) CHARLES DARWIN, *On the Origin of Species* by means of natural selection (or the preservation of favoured races in the struggle for life). London, 1859 (4ª edizione, 1872). — Tradotto in italiano da G. CANESTRINI col titolo: *Sulla origine delle specie per elezione naturale.* Torino, Unione Tip.-Editrice.

(2) JEAN LAMARCK, *Philosophie zoologique;* ou exposition des considérations relatives à l'histoire naturelle des animaux; à la diversité de leur organisation et des facultés qu'ils en obtiennent; aux causes physiques qui maintiennent en eux la vie et donnent lieu aux mouvements qu'ils exécutent; enfin, à celles qui produisent, les unes le sentiment, et les autres l'intelligence de ceux qui en sont doués. Deux tomes. Paris, 1809. Nouvelle édition revue et précédée d'une introduction biographique par CHARLES MARTINS. Paris, 1873.

(3) WOLFGANG GOETHE, *Zur Morphologie: Bildung und Umbildung organischer Naturen.* Die Metamorphose der Pflanzen (1790). Osteologie (1786). Vorträge über die drei ersten Capitel des Entwurfs einer allgemeinen Einleitung in die vergleichende Anatomie, ausgehend von der Osteologie (1786). Zur Naturwissenschaft im Allgemeinen (1780-1832). Cfr. ERNST HAECKEL, *Die Naturanschauung von Darwin, Goethe und Lamarck.* Jena, 1882.

(4) ERNST HAECKEL, *Generelle Morphologie der Organismen:* Allgemeine Grundzüge der organischen Formenwissenschaft, mechanisch begründet durch die von Charles Darwin reformirte Descendenz-Theorie. I Band: Allgemeine Anatomie der Organismen oder Wissenschaft von den entwickelten organischen Formen. II Band: Allgemeine Entwickelungsgeschichte der Organismen oder Wissenschaft von den entstehenden organischen Formen. Berlin, 1866.

(5) CARL GEGENBAUR, *Grundriss der vergleichenden Anatomie.* Leipzig, 1859 (2ª ediz. rimaneggiata, 1877). — Traduzione italiana di G. EMERY col titolo: *Manuale di anatomia comparata.* Napoli, E. Detken, edit., 1882.

(6) AUGUST SCHLEICHER, *Die Darwin'sche Theorie und die Sprachwissenschaft.* Weimar, 1863 (2ª ediz. 1873). *Ueber die Bedeutung der Sprache für die Naturgeschichte des Menschen.* Weimar, 1865. — Trad. francese di POMMAYROL: *La Théorie de Darwin. De l'importance du langage pour l'histoire naturelle de l'homme.* Paris, 1868.

(7) M. J. SCHLEIDEN, *Die Pflanze und ihr Leben* (6ª ediz.). Leipzig, 1864. — Traduz. francese di M. SCHEIDWEILER col titolo: *La Plante et sa vie.* Paris, Schulz et Thuillié, édit., 1869.

(8) FRANZ UNGER, *Versuch einer Geschichte der Planzenwelt.* Vienna, 1852.

(9) S. KALISCHER, *Goethe's Verhältniss zur Naturwissenschaft und seine Bedeutung in derselben.* Berlin, 1878.

(10) LOUIS BÜCHNER, *Kraft und Stoff.* Empirisch-naturphilosophische Studien in allgemein verständlicher Darstellung. Frankfurt, 1877 (9ª edizione). — Traduzione francese: *Force et Matière.* Paris, Reinwald, édit.

(11) CHARLES LYELL, *Principles of Geology.* London, 1830 (10ª ediz., 1868). — Traduz. francese: *Principes de Géologie,* 1873.

(12) Albert Lange, *Geschichte des Materialismus und Kritik seiner Bedeutung in der Gegenwart.* Iserlohn, 1866 (2ª ediz., 1873). — Trad. francese di B. Pommerol: *Histoire du Matérialisme et critique de son importance à notre époque.* Paris, Reinwald, éditeur.

(13) Charles Darwin, *A Naturalist's Voyage round the World.* London, John Murray, edit. — Traduzione italiana di Michele Lessona, sotto il titolo: *Viaggio di un naturalista intorno al mondo.* Torino, Unione Tip.-Editrice.

(14) Charles Darwin, *The variation of animals and plants under domestication.* Due volumi. London, 1868. — Traduzione italiana di G. Canestrini sotto il titolo: *Variazione degli animali e delle piante allo stato domestico.* Torino, Unione Tip.-Editrice.

(15) Ernst Haeckel, *Biologische Studien:* I Heft: *Studien über die Moneren und andere Protisten, nebst einer Rede über Entwickelungsgang und Aufgabe der Zoologie.* Leipzig, 1870. II Heft: *Studien zur Gasträa-Theorie.* Jena, 1877.

(16) Fritz Müller, *Für Darwin.* Leipzig, 1864.

(17) Thomas Huxley, *On our knowledge of the Causes of the Phenomena of organic Natur, being six lectures to working men.* London, R. Hardwicke, edit., 1863.

(18) Fritz Schultze, *Philosophie der Naturwissenschaft.* I Buch. Leipzig, 1882. *Ueber das Verhältniss der griechischen Naturphilosophie zur modernen Naturwissenschaft.* Im « Kosmos » Band III, 1872.

(19) H. G. Bronn, *Untersuchungen über die Entwickelungsgesetze der organischen Welt während der Bildungszeit unserer Erdoberfläche.* Stuttgart, 1858.

(20) Carl Ernst Baer, *Ueber Entwickelungsgeschichte der Thiere.* Beobachtung und Reflexion. Due volumi, 1828-1837.

(21) Charles Darwin, *La vie et la correspondance de Ch. Darwin avec un chapître autobiographique,* publiés par son fils M. François Darwin. — Trad. française de H. De Varigny. Deux tomes. Paris, Reinwald, edit., 1888.

(22) Immanuel Kant, *Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels, oder Versuch von der Verfassung und dem mechanischen Ursprunge des ganzen Weltgebäudes nach Newton'schen Grundsätzen abgehandelt.* Königsberg, 1755.

(23) Wilhelm Roux, *Der Kampf der Theile im Organismus, ein Beitrag zur Vervollständigung der mechanishen Zweckmässigkeitslehre,* Leipzig, 1881.

(24) August Weismann, *Studien zur Descendenz-Theorie.* Leipzig, 1876.

(25) *Kosmos* « Zeitschrift für einheitliche Weltanschauung auf Grund der Entwickelungslehre ». Unter Mitwirkung von Charles Darwin und Ernst Haeckel herausgegeben von Ernst Krause. Band I-XI, 1877-1886.

(26) Carus Sterne (Ernst Krause), *Werden und Vergehen.* Eine Entwickelungsgeschichte des Naturganzen in gemeinverständlicher Fassung (3ª ediz., con 500 figure). Berlino, 1886.

(27) Thomas Huxley, *Evidence as to man's place in nature.* London, 1873. — Trad. francese di Dally: *De la place de l'homme dans la nature.* Paris.

(28) Hugo Spitzer, *Beiträge zur Descendenz-Theorie und zur Methodologie der Naturwissenschaft.* Graz, 1886.

(29) Ernst Haeckel, *Ziele und Wege der heutigen Entwickelungsgeschichte.* Jena, 1875.

(30) Charles Lyell, *The geological evidences of the antiquity of man.* — Trad. francese di Chaper: *L'ancienneté de l'homme* (2ª ediz.). Paris, 1870.

(31) Bernhard Cotta, *Die Geologie der Gegenwart.* Leipzig, 1866 (Quarta edizione rimaneggiata, 1874).

(32) Karl Zittel, *Aus der Urzeit. Bilder aus der Schöpfungsgeschichte.* München, 1872 (2ª edizione, 1875), con numerose incisioni.

(33) C. Radenhausen « Isis », *Der Mensch und die Welt.* Quattro volumi. Hamburg, 1863 (2ª edizione, 1871). « Osiris », *Weltgesetze in der Erdgeschichte.* Tre volumi. Hamburg, 1874.

(34) Ernst Haeckel, *Indische Reisebriefe* (2ª ediz.). Berlin, 1884. — Trad. italiana di M. Lessona, in appendice alla presente Opera.

(35) Wilhelm Bleek, *Ueber den Ursprung der Sprache.* Con prefazione di Ernst Haeckel. Weimar, 1868.

(36) Alfred Russel Wallace, *The Malay Archipelago* (2ª ediz.). Due volumi. London, 1869.

(37) Ernst Haeckel. *Arabische Korallen.* Ein Ausflug nach den Korallenbänken des rothen Meeres und ein Blick in das Leben der Korallenthiere. Con 5 tav. cromolitografiche e molte incisioni. Berlin, 1876.

(38) Hermann Helmholtz, *Populäre wissenschaftliche Vorträge.* Braunschweig. I-III Heft. 1871-1878.

(39) Alexander Humboldt, *Ansichten der Natur.* Stuttgart, 1826. — Trad. francese di Galuski: *Tableaux de la nature.* Paris 1865 (4ª ediz.).

(40) Paul Lilienfeld, *Gedanken über die Socialwissenschaft der Zukunft.* Tre volumi. Mitau, 1877.

(41) Ernst Haeckel, *Das Protistenreich.* Eine populäre Uebersicht über das Formengebiet der niedersten Lebewesen. Con 58 incisioni. Leipzig, 1878. — Trad. francese: *Le règne des protistes.* Paris, Reinwald, éditeur.

(42) Friedrich Müller, *Allgemeine Ethnographie.* Wien, 1873.

(43) Ludwig Büchner, *Der Mensch und seine Stellung in der Natur, in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft* (2ª ediz.). Leipzig, 1872. — Trad. italiana. Milano, Brigola.

(44) John Lubbock, *Prehistoric times as illustrated by ancient remains and the manners and customs of modern savages* (3ª ediz.). London, 1872. — Trad. ital. di Michele Lessona: *I tempi preistorici.* Torino, Unione Tip.-Editrice.

(45) Friedrich Hellwald, *Culturgeschichte in ihrer natürlichen Entwickelung bis zur Gegenwart.* Augsburg, 1875 (2ª ediz., 1877).

(46) Wilhelm Wundt, *Vorlesungen über die Menschen und Tierseele.* Leipzig, 1863.

(47) Fritz Schultze, *Kant und Darwin. Ein Beitrag zur Geschichte der Entwickelungslehre.* Jena, 1875.

(48) Charles Darwin, *The descent of man, and selection inrelation to sex.* Due volumi. London, 1871. — Trad. italiana di Michele Lessona: *L'origine dell'uomo e la scelta in rapporto al sesso.* Torino, Unione Tip.-Editrice.

(49) Charles Darwin, *The expression of the emotions in man and animals.* London, 1872. — Trad. ital. di G. Canestrini: *Dell'espressione dei sentimenti nell'uomo e negli animali.* (2ª ediz. sulla 2ª inglese, 1889, con 21 incisioni e 7 tavole lit.). Torino, Unione Tip.-Editrice.

(50) Ernst Haeckel, *Die Kalkschwämme* (*Calcispongien oder Grantien*). Eine Monographie in zwei Bänden Text und einem Atlas mit 60 Tafeln Abbildungen. I Band (Genereller Theil), Biologie der Kalkschwämme. II Band (Specieller Theil). System der Kalkschwämme. III Band (Illustrativer Theil). Atlas der Kalkschwämme. Berlin, 1872.

(51) Ernst Haeckel, *Freie Wissenschaft und freie Lehre.* Eine Entgegnung auf Rudolf Virchow's Rede über « Die Freiheit der Wissenschaft in modernen Staate ». Stuttgart, 1878.

(52) Hermann Müller, *Die Befruchtung der Blumen durch Insecten.* Leipzig, 1873.

(53) Friedrich Zöllner, *Ueber die Natur der Kometen.* Beiträge zur Geschichte und Theorie der Erkenntniss. Leipzig, 1872.

(54) Oskar Hertwig, *Lehrbuch der Entwickelungsgeschichte des Menschen und Theorie der Wirbelthiere.* Jena, 1886. — Trad. francese di Julin: *Traité d'embriologie ou histoire du développement de l'homme et des vertébrés.* Paris, Reinwald, édit., 1891.

(55) David Friedrich Strauss, *Der alte und der neue Glaube.* Ein Bekenntniss. Bonn (6ª edizione, 1874). Gesammelte Schriften. 12 volumi. 1878. — Trad. francese di Narval: *L'ancienne et la nouvelle foi.* Paris, Reinwald.

(56) Ernst Haeckel, *Anthropogenie oder Entwickelungsgeschichte des Menschen. Gemeinverständliche wissenschaftliche Vorträge über die Grundzüge der menschlichen Keimes- und Stammesgeschichte.* Con 12 tav., 210 incisioni e 36 tabelle genealogiche. Leipzig, 1874.

(57) Ludwig Büchner, *Aus dem Geistesleben der Thiere* (2ª ediz.). Berlin, 1877. — Trad. francese di Letourneau: *La vie psichique des bêtes.* Paris, Reinwald, édit., 1881.

(58) Thomas Huxley, *Lay sermons, adresses and rewiews* (4ª ediz.). London, 1872.

(59) Ernst Haeckel, *Gesammelte populäre Vorträge aus dem Gebiete der Entwickelungslehre.* Bonn. I Heft, 1878. II Heft, 1879.

(60) Jacob Moleschott, *Der Kreislauf des Lebens* (3ª ediz.). Mainz, 1887. — Trad. ital. di C. Lombroso: *La circolazione della vita.* Milano, 1869.

(61) Hugo de Vries, *Intracellulare Pangenesis.* Jena, 1889.

(62) B. Carneri, *Sittlichkeit und Darwinismus.* Drei Bücher Ethik. Wien, 1871. — *Der Mensch als Selbstzweck.* Wien, 1878. — *Entwickelung und Glückseligkeit.* Ethische Essays. Stuttgart, 1886.

(63) John Lubbock, *The origins of civilisation.* — Traduzione italiana di M. Lessona: *L'origine dell'incivilimento.* Torino, Unione Tip.-Editrice.

(64) Moritz Wagner, *Die Entstehung der Arten durch räumliche Sonderung.* Basel, 1889.

(65) Herbert Spencer, *System of Philosophy*. Vol. 2° *Principles of biology*. London, 1867 (2ª ed.).

(66) Arnold Lang, *Mittel und Wege phylogenetischer Erkenntniss*. Jena, 1887.

(67) Robert Hartmann, *Die menschenähnlichen Affen und ihre Organisation im Vergleich zur menschlichen*. Leipzig, 1883. — Trad. italiana di G. Cattaneo: *Le Scimmie antropomorfe e la loro organizzazione in confronto con quella dell'uomo*. Milano, Dumolard, 1884.

(68) Paul Topinard, *L'Anthropologie*. 3me édit. Paris, Reinwald, éditeur.

(69) R. Wiedersheim, *Der Bau des Menschen als Zeugniss für seine Vergangenheit*. Freiburg, 1888.

(70) Arnold Lang, *Lehrbuch der vergleichenden Anatomie*. Jena, 1889. — Traduz. francese di Curtel: *Traité d'anatomie comparée*. Paris, Carré, édit., 1891.

(71) Carl Naegeli, *Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre*. München, 1884.

(72) Carlo Darwin, *Opere complete*. — Trad. italiana, 14 volumi. Torino, Unione Tip.-Editrice.



SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE

TAVOLA I.

Ciclo vitale di un organismo semplicissimo, una monera (Protomyxa aurantiaca).

(*Cfr. pagg.* 100 e 245).

La tavola I è una copia rimpicciolita dei disegni che ho dati nella mia *Monografia delle monere* (Studii biologici, I fascicolo, 1870; tav. I) dello sviluppo della *Protomyxa aurantiaca*. Là si trova anche l'estesa descrizione di questa rimarchevole monera (pagg. 11-30). Io ho scoperto questo semplicissimo organismo nel gennaio 1867 durante il mio soggiorno nell'isola canaria Lanzerota, e lo trovai fisso o strisciante sulle bianche conchiglie calcari di un piccolo cefalopodo (pag. 319), la *Spirula Peronii*, che colà galleggiano in masse sul mare e vengono gettate a riva. La *Protomyxa aurantiaca* si distingue dalle altre monere per la bella e vivace colorazione giallo-ranciata del suo semplicissimo corpo il quale risulta puramente di plasson o plasma senza nucleo. La monera interamente sviluppata è rappresentata con forte ingrandimento nelle figg. 11 e 12. Quand'essa ha fame (fig. 11) dalla superficie dello sferico corpicciuolo mucoso irraggiano all'ingiro quantità di filamenti mucosi mobili, dentriticamente ramificati (pseudopodii o falsi piedi). Quando poi la monera si nutre (fig. 12) questi fili mucosi vengono variamente in comunicazione gli uni cogli altri, formano reti variabili ed avvolgono i corpiccioli estranei che servono alla nutrizione attirandoli poi in mezzo al corpo della *Protomyxa*. Così appunto nella fig. 12 (sopra a destra) un flagellato a guscio siliceo (*Peridinium*) è preso dai pseudopodii distesi ed attirato in mezzo alla sfericciuola di plasson nella quale si trovano già mezzo digeriti parecchi infusorii dal guscio siliceo (tintinnoidi) e diatomee (istmie). Quando poi la *Protomyxa* ha mangiato abbastanza ed è cresciuta essa ritrae i suoi pseudopodii (fig. 15) e si contrae a sfera (fig. 16 e fig. 1). In questo stato di riposo la sfera secreta un invoglio gelatinoso amorfo (fig. 2) e si disgrega dopo qualche tempo in un gran numero di piccole sferule di plasson (fig. 3). Queste spore cominciano presto a muoversi, assumono aspetto piriforme (fig. 4), rompono l'invoglio comune (fig. 5) ed oramai van liberamente nuotando pel mare col solo aiuto di un finissimo prolungamento a mo' di flagello come i flagellati (pag. 249, fig. 11). Se ora essi incontrano una conchiglia di spirola od un altro oggetto adattato si posano su di questo, ritirano il loro flagello e vanno lentamente strisciando su di esso per mezzo di prolungamenti proteiformi, come protamebe (figg. 6, 7, 8). Come queste esse pigliano nutrimento (figg. 9, 10) e, sia per semplice accrescimento, sia per fusione (figg. 13, 14) ritornano alla forma adulta (figg. 11 12).

TAVOLE II e III.

Embrioni di quattro diversi vertebrati.

Testuggine (A ed E), *pollo* (B ed F), *cane* (C e G), *uomo* (D ed H). Le figure A-D rappresentano uno stadio anteriore, le figg. E-H uno posteriore di sviluppo. Tutti gli otto embrioni sono visti dal lato destro col curvo dorso rivolto a sinistra. Le figg. A, B sono ingrandite sette volte, le figg. C, D cinque volte, le figg. E-H quattro volte. La tav. II mostra la strettissima consanguineità dei rettili ed uccelli, la tav. III invece quella dell'uomo e dei rimanenti vertebrati (cfr. anche Confer. 22ª, ecc.). Una più esatta rappresentazione degli embrioni di *otto* diversi vertebrati (pesce, salamandra, testuggine, pollo, porco, vitello, coniglio, uomo) a *tre* diversi stadii di sviluppo si trova nella mia *Antropogenesi*, 3ª ediz., 1877 (pag. 290, tav. VI, VII).

TAVOLA IV.

Mano o piede anteriore di nove diversi mammiferi.

Questa tavola è destinata a spiegare l'importanza che ha l'*anatomia comparata* per la *filogenesi*, mostrando come l'interna forma dello scheletro delle estremità si mantiene costante per *eredità* sebbene la forma esterna venga straordinariamente alterata dall'*adattamento*. Le ossa dello scheletro della mano sono disegnate in bianco, in bruno invece la carne e la pelle dalle quali esse sono racchiuse. Tutte le nove mani sono rappresentate esattamente nella stessa posizione, cioè il corpo (cui superiormente si articolerebbe il braccio) rivolto all'insù, le punte delle dita all'ingiù. Il pollice o il primo (il grosso) dito anteriore è in ogni figura a sinistra, il piccolo dito (il quinto) è invece a destra, al margine della mano. Ogni mano risulta di tre parti, cioè: 1° il *carpo* che è composto di due serie transverse di brevi ossa (al margine superiore della mano); 2° il *metacarpo* che è composto di cinque lunghe e robuste ossa (in mezzo alla mano, segnate colle cifre 1-5), e 3° le cinque *dita* di cui ognuno risulta a sua volta (generalmente 2-3) falangi. La mano dell'*uomo* (fig. 1) sta nel complesso della sua struttura frammezzo a quelle dei due grandi antropoidi che gli son più prossimi, cioè il *gorilla* (fig. 2) e l'*orang* (fig. 3). Se ne allontana maggiormente la zampa anteriore del *cane* (fig. 4) ed ancor più la mano o la pinna toracica della *foca* (fig. 5). Ancor più perfetto che in quest'ultima diviene l'adattamento della mano al moto natatorio e la sua trasformazione in pinna nel *delfino* (*Ziphius*, fig. 6). Mentre qui le dita e le ossa metacarpee interamente rinchiuse nella membrana natatoria rimangono brevi e robuste, esse diventano invece straordinariamente lunghe ed esili nel *pipistrello* (fig. 7) dove la mano si foggia ad ala. Fa estremo contrasto con questa la mano della *talpa* (fig. 8) che si è trasformata in una robusta paletta scavatrice con dita straordinariamente accorciate ed ispessite. Molto più simile alla mano dell'uomo che queste ultime forme (figg. 5-8) è la zampa anteriore del più basso ed imperfetto di tutti i mammiferi, l'australiano *ornitorinco* (*Ornithorhynchus*, fig. 9) che nel complesso della sua struttura è fra tutti i mammiferi conosciuti il più affine all'estinto stipite comune di questa classe. L'uomo nella trasformazione della sua mano per adattamento si è dunque meno allontanato da questa forma-stipite comune che il pipistrello, la talpa, il delfino, la foca e molti altri mammiferi.

TAVOLA V.

Formazione della gastrula nella limnea e nella sagitta.

La gastrulazione, che comprende i primi cinque stadii embrionali dei metazoi, è rappresentata su questa tavola nella sua forma più semplice e primitiva, nella formazione dell'*archigastrula* (figg. 8 e 18); tutte le altre forme sono da considerarsi come modificazioni secondarie di questa forma primaria. Le figg. 1-10 mostrano la gastrulazione di un *mollusco*, la comune limnea (*Lymnaeus*) secondo le ricerche di Carlo Rabl; le figg. 11-20 quella di un elmintozoo (*Sagitta*), secondo le osservazioni di Gegenbaur e di Hertwig. Le lettere hanno in tutte le figure lo stesso significato:

a) Intestino primitivo (*Progaster*);
o) Bocca primitiva (*Prostoma*);
e) Foglietto cutaneo (*Ectoderma*);
i) Foglietto intestinale (*Entoderma*);
g) Cellule sessuali (*Gonocyta*);
k) Blastoderma (*Blastoderma*);
b) Cavità blastodermica (*Blastocoeloma*);
c) Cavità del corpo (*Coeloma*);
p) Foglietto somatico (*Foglietto parietale*);
v) Foglietto splancnico (*Foglietto viscerale*).

Figg. 1 ed 11, *cellula-stipite* (*Cytula*) o « cellula-uovo fecondata » (detta anche prima sfera di segmentazione). Figg. 2, 12, bipartizione della citula. Figg. 3, 13, sua quadripartizione. Figg. 4, 14, disgregamento di essa in otto sfere di segmentazione o blastomeri. Figg. 5 e 15, embrione moriforme (*Morula*). Figg. 6 e 16, embrione vescicolare (*Blastula*) in sezione. Fig. 7 e 17, embrione a berretto (*Depula*) od invaginazione della blastula. Figg. 8 e 18 embrione ubiciforme (*Gastrula*) in sezione. Figg. 9 e 19, larva celomata (*Coelomula*) in sezione. Figg. 10 e 20, *larva* con bocca ed ano.

TAVOLA VI.

Gastreadi del presente e loro più stretti affini.

a) Intestino primitivo (*Progaster*);
o) Bocca primitiva (*Prostoma*);
e) Foglietto cutaneo (*Ecoderma*);
i) Foglietto intestinale (*Entoderma*);
u) Cellule-uovo;
p) Pori cutanei (*Pori dermali*);
x) Corpo estraneo (*Xenophya*) avente significazione di scheletro;

Fig. 1. *Ammolynthus prototypus.* Spugna sabulosa della più semplice sorta, dal mare profondo (Scheletro di gusci di radiolarii).

Fig. 2. Sezione transversa della stessa spugna sabulosa, nella metà inferiore del corpo.

Fig. 3. *Calcolynthus primigenius.* Spugna calcare semplicissima (Scheletro di aghetti calcari a tre raggi). Un pezzo della parete è esportato per mostrare all' interno le uova.

Fig. 4. Una cellula-uovo ameboide della stessa spugna calcare.

Fig. 5. Una cellula flagellata della stessa, dal foglietto intestinale.

Fig. 6. *Prophysema primordiale* (una volta *Haliphysema primordiale*), fisemario semplicissimo, in sezione longitudinale.

Fig. 7. Sezione trasversa dello stesso fisemario.

Fig. 8. Tre cellule flagellate dello stesso, dal foglietto intestinale.

Fig. 9. *Rhopalura Giardii,* ciemario liberamente natante della classe degli ortonettidi.

Fig. 10. Sezione trasversa dello stesso.

Fig. 11. Il comune polipo d'acqua dolce (*Hydra vulgaris*) in istato d'estensione.

Fig. 12. Lo stesso in istato fortemente contratto.

Fig. 13. Sezione trasversa della stessa idra.

Fig. 14. Una cellula ciliata della stessa, dal foglietto intestinale.

Fig. 15. Due spermatozoi (cellule ciliate) della stessa.

Fig. 16. Una cellula-uovo ameboide della stessa idra.

TAVOLA VII.

Gruppo di cnidari (acalephae o cnidariae) del Mediterraneo.

Nella metà superiore della tavola si vede una schiera di natanti meduse e ctenofori, nella metà inferiore alcuni cespugli di coralli e polipi fissati sul fondo del mare (cfr. il sistema dei cnidari, pag. 304, e di fronte ad esso il loro albero genealogico, pag. 305).

Fra i zoofiti fissati sul fondo marino spicca a destra inferiormente un grande polipaio di corallo (1) il quale è strettamente affine al *corallo nobile* rosso (*Eucorallium*) e, come questo, appartiene al gruppo degli ottoradiati coralli a corteccia (*Octocoralla Gorgonida*); i singoli individui (o persone) di questo polipaio ramificato hanno la forma di una stella ad otto raggi, formata da otto tentacoli che circondano la bocca (*Octocoralla*, pag. 307). Immediatamente al disotto e davanti (affatto a destra inferiormente) sta un piccolo cespuglio di *idropolipi* (2) del gruppo dei polipi a campana o *campanarii*. Una colonia più grande di idropolipi (3) del gruppo dei polipi a tubi o *tubularie* erge di fronte, a sinistra, i suoi lunghi e sottili rami. Alla sua base si espande un polipaio di zoantari (*Zoanthus*, 4) con rami ottusi digitati. Dietro sta a sinistra inferiormente (5) una grossissima rosa di mare (*Actinia*), singola persona della sezione degli esacoralli (*Hexacoralla*, p. 307). Sotto sul mezzo del suolo (6) sta un anemone di mare (*Cereanthus*). Finalmente su un piccolo rilievo del fondo marino a destra, al disopra del corallo (1), sorge una scifomedusa fissa (*Lucernaria*, 7). Il suo corpo caliciforme pedunculato porta al margine otto ciuffi sferici di piccoli tentacoli capitati.

Fra i *zoofiti nuotanti* che occupano la metà superiore della tav. VII sono sopratutto notevoli, in grazia alla loro generazione alternante (cfr. pag. 111), le belle *meduse*. Immediatamente sopra alla lucernaria (7) nuota una bella *Tiara* (8) il cui corpo campanulato ha superiormente una specie di cupolino in forma di tiara papale. Dall'orlo della campana pende inferiormente una corona di finissimi e lunghi tentacoli. Questa *Tiara* si sviluppa da polipi tubulari simili alla tubularia (3) che sta inferiormente a sinistra. A manca, vicino a quest'ultima, una grande ma delicatissima *Aequorea* (9). Il suo corpo discoide convesso e basso si contrae e manda fuori l'acqua dalla cavità dell'ombrello che si ritrova al disotto. Sopra, in mezzo al cavo dell'ombrello pende lo stomaco, la cui apertura è circondata da quattro lobi boccali. Quest'equorea si origina da un piccolo polipo a campana che rassomiglia alla campanaria (2). Da un polipo simile nasce anche la piccola *Eucope* (10) depressa che nuota in mezzo superiormente. In questi tre casi (8, 9, 10) la medusa liberamente natante si sviluppa per gemmazione da polipi idroidi fissi (2, 3); questi ultimi però nascono dall'uovo fecondato della medusa. Così la generazione sessuata e fissa dei polipi (I, III, V, ecc.) alterna regolarmente colla generazione sessuata delle meduse libere (II, IV, VI, ecc.). In altre meduse invece lo sviluppo è diretto, dal loro uovo nascendo nuovamente delle meduse; così nelle gerionidi (*Carmarina*, fig. 11), nelle eginidi (*Cunina*, fig. 12) e nella fosforescente *Pelagia* (fig. 14).

Ancora più interessanti ed istruttivi di questi notevoli fatti sono i fenomeni biologici che ci offrono i *sifonofori* col loro meraviglioso poliformismo. Come esempio è stata rappresentata sulla tav. VII la bella *Physophora* (13). Questa colonia natante di meduse è tenuta galleggiante alla superficie del mare da una piccola vescica natatoria piena d'aria la quale nella figura sporge sopra il pelo dell'acqua. Sotto ad essa si vede una colonna formata da quattro paia di campane natatorie che respingono l'acqua e così fanno muovere l'intera colonia. All'estremità inferiore di questa colonna di campane natatorie sta una corona di palpi ricurvi e fusiformi sotto il cui usbergo son nascosti i rimanenti individui della colonia (persone nutritorie, pescatrici e generatrici). (Cfr. pag. 158 e 306).

Finalmente anche l'ultima classe dei zoofiti, il gruppo degli *ctenofori* (pag. 307) ha sulla tav. VII due rappresentanti. A sinistra, nel mezzo, fra l'equorea (9), la fisofora (13) e la cunina (12) si avvolge a mo' di serpe un largo, lungo e sottile nastro simile ad una cintura (15). È questo il magnifico gran cinto di Venere (*Cestum*) del Mediterraneo il quale splende di tutti i colori dell'iride: Il corpo propriamente detto collocato a metà del lungo nastro è piccolissimo ed ha la stessa struttura del pomo di mare (*Cydippe*) che nuota superiormente a sinistra (16). In questo son visibili le otto caratteristiche coste ciliate o pettini vibranti degli ctenofori, come pure due lunghi filamenti pescatori.

TAVOLE VIII e IX.

Sviluppo degli echinodermi (echinoderma).

Queste due tavole spiegano la rimarchevole ontogenesi degli echinodermi, che dagli uni viene considerata come una *metamorfosi*, dagli altri come una *generazione alternante* (pag. 323). Le stelle di mare (*asterida*) sono rappresentate dall'*Uraster* (A), i gigli di mare (*crinoida*) dalla *Comatula* (B), i ricci di mare dall'*Echinus* (C) ed i cetrioli di mare (*holothuriae*) dalla *Synapta* (D) (cfr. pagg. 321 a 328). Gli stadii di sviluppo che si susseguono sono designati colle cifre 1-6.

La tav. VIII rappresenta lo sviluppo individuale delle larve o nutrici della prima generazione, di quella asessuale. Queste nutrici hanno il valore morfologico di un semplice individuo inarticolato di verme con forma fondamentale bilaterale. La fig. 1 mostra l'uovo di questi quattro echinodermi il quale in tutti i caratteri essenziali corrisponde all'uovo dell'uomo e degli altri animali (cfr. p. 171, fig. 5). Il protoplasma della cellula-uovo (il tuorlo) è racchiuso in una spessa membrana amorfa e comprende un nucleo sferico con un oscuro nucleolo. Dall'uovo fecondato si sviluppa dapprima nel modo solito la *gastrula* (fig. 20, J, K, pag. 288) e questa si trasforma in una semplicissima *nutrice* che ha pressapoco l'aspetto di una semplice pantofola (fig. A2-D2). Il margine dell'apertura della pantofola è orlato da un cordone di ciglia vibratili il cui movimento fa nuotare liberamente in mare questa nutrice microscopicamente piccola e trasparente. Questo cordone di ciglia è segnato nelle figg. 2-4, tav. VI dallo stesso orlo a strie alternatamente bianche e nere. La nutrice si foggia ora dapprima un semplicissimo intestino per la nutrizione, munito di bocca (*o*), stomaco (*m*) ed ano (*a*). Più tardi i ripiegamenti dell'orlo ciliato si fanno più complicati e si formano dei prolungamenti a mo' di braccia (fige. A3-D3). Nelle asteridi (A4) e negli echinidi (C4) questi prolungamenti orlati dal cordone di ciglia diventano alfine molto lunghi. Nei crinoidi invece (B3) e negli oloturidi (D4) il cordone ciliato il cui corso era dapprima chiuso come un anello si trasforma invece in una serie di (4-5) cingoli ciliati posti l'un dopo l'altro.

Ora nell'interno di questa strana nutrice si sviluppa per gemmazione interna attorno allo stomaco la seconda generazione di echinodermi la quale più tardi diviene sessualmente matura. Questa seconda generazione, che è rappresentata allo stato adulto sulla tav. IX, si distingue per la sua forma fondamentale quinqueradiata e rassomiglia ad una colonia (*Cormus*) che sia composta da cinque vermi uniti per un'estremità in modo da formare una stella. La seconda generazione si appropria della prima, alle cui spese essa cresce, solo lo stomaco ed una piccola parte degli altri organi, mentre si forma una nuova bocca ed un nuovo ano. L'orlo ciliato ed il resto del corpo della nutrice più tardi vanno perduti. In principio la seconda generazione (A5-D5) è più piccola della nutrice mentre essa più tardi diviene per accrescimento più di cento ed anche mille volte più grossa. La tav. IX mostra gli animali sviluppati ed adulti della seconda generazione visti dal lato boccale il quale, nella posizione degli echinodermi (quand'essi strisciano sul fondo marino) negli asteridi (A6) ed echinidi (C6) è rivolta al basso, nei crinoidi (B6) in alto, e negli oloturidi (D6) all'avanti. Nel centro si vede in tutti e quattro questi echinodermi l'apertura boccale stellata a cinque raggi. Negli asteridi (A6) parte dai suoi angoli una serie molteplice di pedicelli che scorre in mezzo al lato inferiore d'ogni braccio sino all'estremità. Nei crinoidi (B6) ogni braccio è biforcato fin dalla base

e pinnato. Negli echinidi (C6) le cinque serie di pedicelli sono separate da larghi campi aculeati. Negli oloturidi infine (D6) si vedono esternamente sul corpo vermiforme ora le cinque serie di pedicelli, ora solo le 5-15 (qui 10) braccia boccali pinnate che circondano la bocca (cfr. tav. XVIII, fig. 4).

TAVOLE X e XI.

Sviluppo dei crostacei (Crustacea).

Queste due tavole spiegano lo sviluppo dei diversi crostacei dalla comune forma embrionale di *Nauplius*. Sulla tav. XI sono rappresentati sei crostacei perfettamente adulti appartenenti a sei diversi ordini, mentre sulla tav. X sono rappresentate le loro forme giovanili di *Nauplius*. Dalla concordanza essenziale di queste ultime si può con tutta sicurezza, in base alla legge biogenetica fondamentale (pag. 179), affermare che tutti questi diversi crostacei discendono da un'unica forma-stipite comune, come fu fatto dapprima da Fritz Müller (16) nel suo ottimo scritto *Für Darwin*.

La tav. X mostra le *forme giovanili di Nauplius* dal lato ventrale, cosicchè le tre paia di zampe che si inseriscono al breve e semplice tronco risaltano chiaramente. Il primo di queste paia di zampe è semplice ed indiviso, mentre il secondo e terzo paio sono forcuti. Tutte le tre paia son munite di setole rigide che nel moto rematorio delle zampe servono come strumenti di nuoto. Nel mezzo del corpo si vede il canal digerente diritto semplicissimo il quale ha anteriormente una bocca e posteriormente un'apertura anale. Davanti, sopra la bocca, sta un occhio semplice, impari. In tutti questi importanti caratteri di struttura le sei forme naupliali si corrispondono interamente mentre le sei forme corrispondenti di crostacei adulti (tav. XI) hanno organizzazione estremamente diversa. Le differenze delle sei forme di *nauplius* si limitano a caratteri adatto subordinati e secondarii relativi alla mole del corpo ed alla conformazione dello invoglio cutaneo. Se si trovassero in mare allo stato adulto con questa forma qualsiasi zoologo le considererebbe come sei diverse specie di uno stesso genere (cfr. pag. 334).

La tav. XI rappresenta, viste dal lato destro, le forme sviluppate ed adulte di crostacei che si sono svolte da quelle sei forme naupliali. La fig. A*c* mostra un crostaceo libero d'acqua dolce (*Limnetis brachyura*) dell'ordine dei fillopodi (*phyllopoda*) debolmente ingrandito. Tra tutti i crostacei tuttora viventi quest'ordine, che appartiene alla legione dei branchiopodi (*branchiopoda*) è il più vicino alla primitiva forma-stipite comune. La *Limnetis* è inclusa (come un lamellibranchiato) in una conchiglia bivalve. Nella nostra figura (che è copiata da Grube) si vede il corpo di un individuo femmina giacente nella valva sinistra; la valva destra è tolta via. Anteriormente, dietro all'occhio, si vedono le due antenne e, dietro ad esse, i dodici piedi fogliacei del lato destro; posteriormente, sul dorso (sotto la conchiglia), vi sono le uova. Colla sua parte antero-superiore l'animale è saldato alla conchiglia.

La fig. B*c* rappresenta un comune crostaceo libero d'acqua dolce (*Cyclops quadricornis*) dell'ordine dei copepodi (*Eucopepoda*) fortemente ingrandito. Anteriormente, sotto all'occhio, si vedono le due antenne del lato destro di cui l'anteriore è molto più lunga che la posteriore. Dietro seguono le mascelle e poi ancora le quattro zampe remiganti del lato destro, le quali sono forcute. Dietro a queste si vedono i due sacchi di uova al termine dell'addome.

La fig. C*c* rappresenta un copepodo parassita (*Lernaeocera esocina*) dell'ordine dei sifonostomi (*siphonostoma*). Questi curiosi crostacei, che eran tenuti una volta per vermi, sono nati, per adattamento alla vista parassitica dai copepodi liberi (*eucopepoda*) ed appartengono con essi alla stessa legione (*copepoda*). Essendosi fissati alle branchie od alla pelle dei pesci o ad altri crostacei ed avendo preso a nutrirsi dei loro succhi, essi perdettero gli occhi, le zampe ed altri organi e crebbero ad informi sacchi inarticolati in cui l'esame esterno fa difficilmente indovinare un animale. Solo l'ultimo residuo delle zampe quasi interamente perdute si mantiene ancora al lato ventrale del corpo sotto forma di brevi ed acute setole. Due di queste paia rudimentali di zampe (il terzo ed il quarto) sono visibili (a destra) nella nostra figura. Sopra, sul capo, si vedono delle appendici crasse, informi, di cui l'inferiore è forcuta. In mezzo al corpo traspare il canal digerente che è ravvolto in un invoglio adiposo scuro. Presso alla sua estremità posteriore si vede l'ovidotto e le ghiandole del cemento dell'apparato femmineo. Certamente pendono le due grosse sacche di uova (come nel *Cyclops*, fig. B). La nostra *Lernaeocera* è vista metà dal dorso, metà dal lato destro e debolmente ingrandita.

La fig. D*c* mostra una forma fissa, la *Lepas anatifera* dell'ordine dei cirripedi (*cirripedia*). Questi crostacei, su cui Darwin ha scritto un'accuratissima Monografia, sono inclusi, come i molluschi bivalvi, in una conchiglia calcarea a due valve e una volta erano tenuti generalmente (persino dal Cuvier) per molluschi affini ai lamellibranchi. Solo colla scoperta della loro ontogenesi e della loro

forma giovanile di *nauplius* (D*n*, tavola X) fu riconosciuta la loro natura di crostaceo. La nostra figura mostra una lepade in grandezza naturale, dal lato destro. La metà destra della conchiglia bivalve è tolta, cosicchè si vede il corpo giacente nella metà sinistra della conchiglia. Dal corpo rudimentale della lepade parte un lungo peduncolo carnoso (piegato all'insù nella nostra figura) mediante il quale il cirripedo è fissato alle roccie, alle navi, ecc. Sul lato ventrale stanno sei paia di zampe. Ogni zampa si biforca in due lunghi « cirri » curvi o arrotolati e muniti di setole. Al disopra dell'ultimo paio di zampe sporge all'indietro la lunga coda cilindrica.

La fig. E*c* rappresenta un crostaceo parassita (*Sacculina purpurea*) dell'ordine dei rizocefali (*Rizocephali*). Questi parassiti si sono svolti per adattamento alla vita parassitica dai cirripedi (D*c*), come i sifonostomi (C*c*) dai copepodi liberi (B*c*). Tuttavia l'atrofia dovuta al parassitismo ed il conseguente regresso di tutti gli organi è andata qui molto più oltre che nel più dei sifonostomi. Il crostaceo segmentato, fornito di zampe, intestino ed occhio che in gioventù nuotava vivacemente in forma di *nauplius* (E*n*, tav. X) è diventato un informe sacco inarticolato, un rosso salsicciotto che non contiene più che organi sessuali (uova e sperma) ed un rudimento d'intestino. Le zampe e l'occhio son andati completamente perduti. All'estremità posteriore è l'apertura sessuale (lo sbocco della cavità incubatoria). Dalla bocca però è cresciuto fuori un fitto ciuffo di numerose fibre radiciformi dendriticamente ramificate. Queste si espandono (come le radici di una pianta nel terreno) nel molle addome dei paguri eremiti (*Pagurus*) sui quali questo rizocefalo parassiticamente si fissa, e dai quali gli sugge il suo nutrimento. La nostra figura (E*c*), copiata da Fritz Müller, è debolmente ingrandita e mostra l'intera sacculina con tutti i fili radiciformi estratti dal corpo dell'ospite.

La fig. F*c* è un peneo (*Penaeus Mülleri*) dell'ordine dei decapodi (*decapoda*) ai quali appartengono anche il nostro gambero fluviatile ed il suo prossimo parente, il gambero marino, come pure i granchi della breve coda. Quest'ordine comprende i granchi più grossi e, gastronomicamente, più importanti ed appartiene insieme agli stomatopodi e copepodi alla legione dei crostacei loricati ad occhi peduncolati (*podophthalma*). Il nostro peneo mostra, come il nostro gambero fluviatile, anteriormente, sotto il capo, da ogni lato due lunghe antenne (la prima molto più breve che la seconda), poi tre mascelle e tre piedi-mascelle, poi cinque lunghissime gambe (delle quali nel peneo le tre anteriori son provviste di pinze, e la terza è la più lunga). Finalmente ai cinque segmenti dell'addome si attaccano ancora cinque paia di zampe addominali. Anche questo peneo che appartiene ai granchi più altamente sviluppati e più perfetti nasce, secondo l'importante scoperta di Fritz Müller, da un *Nauplius* (F*n*, tavola X) e dimostra così che i crostacei superiori si sono sviluppati come gli inferiori dalla stessa forma naupliale (cfr. pag. 934).

TAVOLE XII e XIII.

La parentela fra i vertebrati e gli invertebrati.

(*Confrontare pagg.* 350 e 357).

Questa parentela viene definitivamente stabilita dall'importante scoperta del Kovalevsky, confermata dal Kupffer, che l'ontogenesi dell'infimo vertebrato, l'Amphioxus, nelle sue linee più importanti corrisponde completamente con quelle delle invertebrate ascidie appartenenti alla classe dei tunicati. In ambe le nostre tavole l'Ascidia è designata con A, l'*Amphioxus* con B. La tav. XIII rappresenta queste due differentissime forme animali interamente sviluppate, viste dal lato sinistro, l'apertura boccale rivolta all'insù, l'opposta all'ingiù. Perciò in entrambe le figure il lato dorsale è rivolto a destra, il ventrale a sinistra. Ambe le figure son poco ingrandite e l'interna organizzazione è nettamente visibile attraverso alla pelle trasparente. L'ascidia adulta (fig. A6) giace immobilmente fissata sul fondo marino e si attacca alle pietre e simili mediante speciali radici (*w*) come una pianta. L'Amphioxus adulto invece (fig. B6) va liberamente nuotando come un pesciolino. Le lettere hanno nelle due figure la stessa significazione e dinotano: *a*) apertura boccale, *b*) foro addominale, *c*) corda dorsale, *d*) intestino, *e*) ovario, *f*) ovidotto (unito col vaso deferente), *g*) midollo spinale, *h*) cuore, *i*) intestino cieco, *k*) gabbia branchiale (camera respiratoria), *l*) cavità del corpo, *m*) muscoli, *n*) testicolo (che nell'ascidia è unito coll'ovario a formare una ghiandola ermafroditica), *o*) ano, *p*) apertura sessuale, *q*) embrioni adulti sviluppati nella cavità del corpo dell'ascidia, *r*) raggi della pinna dorsale dell'Amphioxus, *s*) coda dell'Amphioxus, *w*) radici dell'ascidia.

La tav. XII rappresenta lo sviluppo individuale dell'ascidia (A) e dell'Amphioxus (B) in cinque diversi stadii (1-5). La fig. 1 è un uovo, semplice cellula come l'uovo dell'uomo e di tutti gli altri animali (fig. A1 l'uovo dell'ascidia, fig. B1 l'uovo dell'Amphioxus. Il protoplasma della cellula-uovo

(*z*) è circondato da un invoglio e contiene un nucleo sferico (*y*) con nucleolo (*x*). Quando l'uovo incomincia a svilupparsi la cellula-uovo fecondata si divide dapprima per ripetuta scissione in molte cellule (fig. A2, B2 quattro, fig. A3, B3 otto cellule, ecc.): Da questo mucchio sferico di cellule (*morula*) nasce nella solita maniera (pag. 288) la *gastrula* (A4, B4) (cfr. tav. V). La sua cavità digerente primitiva (*d*1) si apre per la bocca primitiva (*d*4). La sua parete cellulare, l'entoderma (*d*2) è diviso mediante il residuo della cavità embrionale (*l*) dall'ectoderma (*t*). La fig. A5 mostra la larva dell'ascidia e la fig. B5 quella dell'Amphioxus, viste dal lato sinistro, in uno stadio di sviluppo alquanto più inoltrato. La cavità digerente (*d*1) si è chiusa. La parete dorsale dell'intestino (*d*2) è concava, la ventrale (*d*3) è connessa. Al disopra del tubo intestinale, sul suo lato dorsale si è formato il tubo midollare (*g*1), l'accenno del midollo spinale, la cui cavità ha ancora anteriormente uno sbocco (*g*2). Fra il midollo dorsale e l'intestino si è formata la corda dorsale (*c*), l'asse dello scheletro interno. Nella larva dell'ascidia questa corda (*c*) si protende nella lunga corda natatoria, organo larvale che più tardi, nella metamorfosi, viene rigettata. Tuttavia vi sono ancora oggidì alcune piccole ascidie (*Appendicaria*) che non si metamorfosano nè si fissano, ma per tutta la vita van nuotando pel mare mediante la loro coda natatoria (cfr. pag. 352).

I fatti ontogenetici che sono schematicamente rappresentati sulla tav. XII e che furono conosciuti solo dal 1867 meritano la massima considerazione e non possono realmente esser abbastanza apprezzati. Essi riempiono la profonda lacuna che, nell'opinione degli antichi zoologi, sussisteva fra i « vertebrati » ed i cosidetti « invertebrati ». Questa lacuna fu tenuta generalmente per così profonda ed impossibile a colmare che persino dei zoologi di vaglia e non ripugnanti dalla teoria dell'evoluzione videro in essa uno dei più grandi impedimenti alla sua ammissione. Ora l'ontogenesi dell'Amphioxus e dell'ascidia togliendo affatto di mezzo quest'ostacolo ci rende per la prima volta possibile di seguire la genealogia dell'uomo al disotto dell'Amphioxus giù nel ramoso albero degli « invertebrati » vermi dal quale sono nati anche tutti gli altri tipi animali superiori (cfr. pagg. 312, 357, 411).

TAVOLE XIV e XV.

Forme fondamentali dei protisti (*Tav. XIV protofiti, XV protozoi*).

Queste due tavole spiegano il fenomeno dell'*uguagliamento* o *convergenza* (pag. 159), l'origine di forme simili da gruppi affatto diversi, che sono fra loro affini. In pari tempo esse dànno un'idea della regolarità geometrica delle forme fondamentali che si trova in moltissimi protisti.

TAVOLA XIV.

Piante primitive o protofiti (Diatomee e Cosmarie).

Fig. 1. *Rhabdosphaera Challengeri,* calicocitea a quattro raggi.
Fig. 2. *Biddulphia reticulata,* diatomea a due raggi.
Fig. 3. *Triceratium grunowianum,* diatomea a tre raggi.
Fig. 4. *Phycastrum quadriradiatum,* cosmaria a quattro raggi.
Fig. 5. *Phycastrum quinqueradiatum,* cosmaria a cinque raggi.
Fig. 6. *Micrasterias hexactinias,* cosmaria a sei raggi.
Fig. 7. *Phycastrum denticulatum,* cosmaria a tre raggi.
Fig. 8. *Stictodiscus radfordianus,* diatomea ad otto raggi.
Fig. 9. Stato ameboide di un protofito.
Fig. 10. Suo passaggio allo stato di flagellato.
Figg. 11-13. Una semplicissima pianta unicellulare (alga verde del gruppo delle palmellarie) in via di scissione (fig. 12 divisa in due, fig. 13 in quattro).
Fig. 14. Un flagellato verde (contenente clorofilla) (flagellato vegetale).
Fig. 15. Sua divisione in quattro, in stato di riposo (tetraspore).

TAVOLA XV.

Animali primitivi (Protozoi) della classe dei radiolarii.

Fig. 1. *Oroscena Gegenbauri,* feodario a quattro raggi.
Fig. 2. *Amphyrhopalum echinatum,* discoideo a due raggi.
Fig. 3. *Hymeniastrum Euclidis,* discoideo a tre raggi.
Fig. 4. *Histiastrum quadrigatum,* discoideo a quattro raggi.

Fig. 5. *Pentinastrum asteriscus*, discoideo a cinque raggi.
Fig. 6. *Hexacolpus nivalis*, acantario a sei raggi.
Fig. 7. *Hexapyle dodecantha*, discoidea a tre raggi.
Fig. 8. *Heliosestrum medusinum*, discoideo ad otto raggi.
Fig. 9. Stato ameboide di un protozoo.
Fig. 10. Suo passaggio allo stato di flagellato.
Figg. 11-13. Una xantellea od alga gialla (simbionte dei radiolarii, del gruppo delle palmellarie) in atto di scindersi (fig. 12, divisione in due, fig. 13, in quattro).
Fig. 14. Un flagellato incoloro (senza clorofilla) (flagellato animale).
Fig. 15. Sua divisione in quattro, in istato di riposo (formazione di tetraspore).

TAVOLA XVI.

Radiolarii abissali della spedizione britannica del "Challenger".

(*Confr. pagg.* 237 *e* 261).

La classe dei radiolari mostra molto maggior ricchezza e varietà di forme fondamentali che qualunque altra classe del mondo organico. Le specie che sono disegnate sulle tavole XV e XVI riproducono alcune delle più interessanti forme tipiche. Cfr. anche il mio *Regno dei protisti*, 1878, la mia *Monografia dei radiolari* 1862 (con atlante di 35 tavole) ed il *Challenger-Report*, 1887 (con 140 tavole) Tutte le forme qui disegnate sono invisibili all'occhio nudo e fortemente ingrandite.

Fig. 1. *Actissa primordialis* (ordine dei colloidei). Una cellula sferica centrale (capsula centrale) con nucleo cellulare centrale è circondata da molte piccole « cellule gialle » ed irradia molti fini filamenti (pseudopodii).

Fig. 2. *Hexancistra quadricuspis* (ordine degli sferoidei). Una sfera a graticcio (guscio corticale) con sfera centrale (guscio midollare). 6 aculei (ognuno con quattro punte) stanno ad angolo retto fra loro in tre piani meridiani.

Fig. 3. *Saturnulus planeta* (ordine degli sferoidei). Una sfera a graticcio (guscio corticale) con sfera centrale (guscio midollare). Intorno ad essa un anello siliceo equatoriale (collegato con essa da due bastoncini giacenti in un solo asse) come attorno al pianeta Saturno sta un anello nebuloso-equatoriale.

Fig. 4. *Heliocladus furcatus* (ordine dei discoidei). Una sfera graticolata lentiforme (guscio corticale) con una sfera centrale (guscio midollare). Dall'equatore o dal margine della lente biconvessa irraggiano numerosi aculei silicei forcuti.

Fig. 5. *Tricanastrum Wyvillei* (ordine dei discoidei). Da un disco centrale partono quattro braccia che formano una croce piatta ad angoli retti di cui ogni braccio all'estremità è diviso in tre punte. Tenui filamenti (pseudopodei) irraggiano dappertutto dalla capsula centrale.

Fig. 6. *Coelodendrum Challengeri* (ordine dei fedarii). La capsula centrale sferica è inclusa in due emisferi opposti (non collegati) di cui ognuno porta tre tubi silicei cavi dendriticamente ramificati. Dalla massa di pigmento bruno-nero che circonda la capsula centrale irraggiano molti tenui fili (pseudopodii).

Fig. 7. *Acanthostephanus corona* (ordine degli stefoidei). Tre cerchi silicei spinosi che stanno in tre piani ortogonali sono riuniti in modo da formare una corona spinosa.

Fig. 8. *Cinclopyramis Murrayana* (ordine dei cirtoidei). Una piramide a nove lati, i cui nove spigoli son riuniti da molti bastoncini trasversali orizzontali. Una finissima reticolatura riempie le maglie quadrilaterali formate da essi.

Fig. 9. *Eucecryphalus Huxleyi* (ordine dei cirtoidei). Un guscio conico piatto con un cupolino e molti lunghi aculei silicei.

Fig. 10. *Dictyopodium Moseleyi* (ordine dei cistoidei). Un alto guscio conico graticolato trimero con aculeo apicale e tre lunghi piedi che al fondo sono graticolati.

Fig. 11. *Diploconus Saturni* (ordine degli acantarii). Un doppio cono, simile ad un orologio a sabbia, il cui asse è formato da un robusto aculeo quadrilaterale, sporgente ed accuminato alle due estremità; dalla metà partono aculei minori.

Fig. 12. *Lithoptera Darwinii* (ordine degli acantarii). Nel mezzo una capsula centrale fatta a croce con quattro lobi: lo scheletro siliceo risulta da 20 aculei distribuiti secondo la legge di Müller, 16 minori e 4 maggiori; questi ultimi giaciono nel piano equatoriale e portano all'estremità 4 piastre graticolate, simili alle ali di un mulino a vento.

TAVOLA XVII.

Foresta di Felci dell'epoca carbonifera.

Questo schizzo ipotetico del paesaggio di un periodo della storia terrestre che da gran tempo è passato è combinato e restaurato in base alle numerose e ben conservate pietrificazioni come fu fatto per la prima volta dal geniale botanico Francesco Unger nelle sue belle *Immagini del tempo primitivo* e più tardi da Osvaldo Heer nel suo *Mondo primitivo della Svizzera* e da molti altri. Le piante che compongono questa foresta primitiva dell'epoca carbonifera sono in massima parte protallote della classe primaria delle felci (*Filicineae*, pagg. 266 e 273). Al lato sinistro del quadretto, nel primo piano inferiormente sorgono i cespugli ricurvi, divisi a mo' di candelabro e fittamente rivestiti di foglioline squamose di alcune *licopodiacee* della classe delle *selaginee* (pag. 275). Più in alto si elevano a sinistra le gigantesche colonne scanalate e senza foglie di parecchie *equisetacee* nude della classe delle *calamarie* (pag. 274); superiormente esse portano un serbatoio di spore fatto a clava. Dietro, a destra, stanno gli eleganti ed esili tronchi, simili a larici, delle *calamitee* (pag. 274) appartenenti alla stessa classe le quali portano dei verticilli di acicule regolarmente riunite. Di fronte, dalla parte destra del disegno, tutte le altre piante sono dominate dai poderosi tronchi forcuti ed elegantemente tabulati delle *lepidondendree*, una delle più importanti e grandiose forme evolutive delle *selaginee* (pag. 275). I loro rami forcuti portano corone di foglie simili a palme, i loro tronchi squamosi sono in parte coperti da felci fogliacee parassite. A destra ed inferiormente sorgono nel primo piano diverse *felci erbacee* con foglie pinnate o doppiamente pinnate, le foglie più giovani nel mezzo del cespuglio sono ancora arrotolate. Esse, come le *felci arboree* simili a palmizi che appaiono nello sfondo, rappresentano la ricca sezione delle felci fogliacee o *pteridee* (pag. 273). Finalmente la classe delle felci acquatiche o *rizocarpee* è rappresentata da una quantità di piccole filicinee che nascono inferiormente, al margine dell'acqua o che da essa sporgono fuori (pagg. 266 e 274).

TAVOLE XVIII e XIX.

Sistema nerveo dei tipi dei metazoi.

Tutte le figure sono tenute più o meno schematiche; il sistema nerveo centrale è segnato con colore rosso.

Le lettere hanno in tutte le figure la stessa significazione: *a*) occhio, *b*) vescicola uditiva, *c*) celoma (cavità del corpo), *d*) intestino, *e*) ectoderma, *f*) piede, *g*) gonade (ghiandola sessuale), *h*) pelle, *i*) entoderma, *k*) branchie, *l*) mantello, *m*) muscoli, *n*) centro nerveo, *o*) bocca, *p*) faringe, *q*) conchiglia, *r*) reni tubulari (nefridii), *s*) organi di senso, *t*) tentacolo, *u*) corda, *v*) ventricolo del cuore, *w*) atrio del cuore, *x*) ampolla, *y*) narice, *z*) ano.

TAVOLA XVIII.

Celenterii, echinodermi ed articolati.

Fig. 1. Un *gastreade* (*Gastraea*, *Prophysema*) in sezione trasversale. *e*) esoderma (foglietto embrionale esterno, tien luogo di sistema nerveo). *i*) entoderma (foglietto interno, include la cavità digerente, *d*).

Fig. 2. Una *spugna* (*Spongia*) in sezione trasversale. Molte camere ciliate (*i*) ognuna delle quali ha il valore di una gastraea (fig. 1) stanno contro ai rami dei canali che sboccano nella cavità centrale. Integumento traforato da pori. Nessun sistema nerveo.

Fig. 3. Una *medusa* (*Ephyra*) del tipo dei *cnidari*, veduta inferiormente di fronte. La croce boccale del centro (*o*) segna i quattro raggi di prim'ordine (perradii), i quattro ovarii (*g*) segnano i raggi di second'ordine (interradii). Al margine otto fili tentacolari (*t*) stanno nei raggi di terz'ordine (adradii), all'ingiro scorre l'anello nerveo (*n*) con otto organi di senso (*s*).

Fig. 4. Una *stella di mare* (*Asterides*) del tipo degli echinodermi. Veduta inferiore, di faccia. La bocca centrale è circondata da un cingolo nerveo pentagonale dai cui cinque angoli irraggiano tronchi nervei (*n*) ventrali (perradiali) nelle cinque braccia articolate. Fra queste son cinque paia di ghiandole sessuali interradiali (*g*). All'estremità d'ogni braccio v'è un occhio (*a*).

Fig. 5. Sezione d'un braccio d'*asteria* (fig. 4). *n*) nerveo radiale; *f*) pedicello connesso con vescicola (*x*); *c*) cavità del corpo (celoma).

Fig. 6. Sezione di un *nematode*, del tipo degli *elminti*. *d*) intestino, *c*) cavità del corpo, *m*4) quattro muscoli longitudinali, *m*1) muscoli circolari, *n*1) tronco nerveo dorsale, *n*2) tronco nerveo ventrale, *r*) nefridii (canali laterali, a destra ed a sinistra), *h*) integumento.

Fig. 7. Un *chetopodo*, del gruppo degli anellidi, *n*) catena gangliare ventrale, *a*) occhi, *f*) parapodii.

Fig. 8. Sezione trasversale di un chetopodo (fig. 7). *d*) intestino, *n*) catena gangliare ventrale, *m*1) muscoli dorsali, *m*2) muscoli ventrali, *f*1) parapodii dorsali, *f*2) parapodii ventrali, *c*) cavità del corpo, *r*) nefridii (organi segmentali), *k*) branchie.

Fig. 9. Sezione attraverso al torace di un gambero (*Astacus*), del gruppo dei crostacei. *d*) intestino, *n*) catena gangliare ventrale, *g*) ghiandola sessuale, *m*1) muscoli dorsali, *m*2) muscoli ventrali, *f*) basi delle zampe, *k*) branchie, *h*) scheletro cutaneo.

Fig. 10. Un miriapodo (*Scolopendra*) del gruppo dei tracheati. *n*) catena gangliare ventrale, *f*) zampe articolate, *t*) antenne.

Fig. 11. Un'*ape* (*Apis*), del gruppo dei tracheati: *n*) catena gangliare ventrale, *n*1) cervello, *n*2) cingolo esofageo, *a*) occhi, *t*) antenne, *f*1, *f*2, *f*3) le tre paia di zampe, *f*4, *f*5) le due paia di ali.

TAVOLA XIX.

Elminti, molluschi e vertebrati.

Fig. 12. Un *turbellare*, del tipo dei platodi. *d*) intestino, *o*) bocca, *n*) ganglio cerebrale (ganglio esofageo superiore), *r*) nefridii.

Fig. 13. Un *ichtidino* (*Chaetonotus*), del tipo degli elminti. *n*) ganglio cerebrale, *o*) bocca, *p*) esofago, *d*) intestino, *z*) ano, *r*) nefridii.

Fig. 14. Un *nematode*, del tipo degli elminti. *d*) intestino, *n*) tronchi nervei (cfr. fig. 6).

Fig. 15. Sezione trasversale di una *Sagitta*, del tipo degli elminti. *d*) intestino, *c*) cavità del corpo, *m*) muscoli longitudinali, *h*) integumento, *n*) ganglio nerveo (ganglio ventrale del cingolo esofageo).

Fig. 16. Veduta ventrale di un *gastropodo*, del tipo dei molluschi. *o*) bocca circondata dal cingolo esofageo (*n*), *t*) tentacoli, *a*) occhi, *f*) piede, *k*) branchie, *l*) mantello.

Fig. 17. Sezione trasversale di un *gasteropodo* (fig. 15). *q*) conchiglia, *l*) mantello, *k*) branchia, *f*) piede, *n*) ganglio pedale, *c*) cavità del corpo, *d*) intestino, *v*) ventricolo del cuore, *w*) atrio del cuore.

Fig. 18. Sezione di un *acefalo* o *bivalve*, del tipo dei molluschi. Lettere come nella fig. precedente.

Fig. 19. Un *copelato* (*Appendicaria*), del tipo dei tunicati. *o*) bocca, *p*) esofago, *k*) fessure branchiali, *d*) intestino, *m*) muscoli, *u*) corda, *g*) ghiandole sessuali [*g*1) femminea, *g*2) maschile].

Fig. 20. Sezione trasversale di una *larva d'ascidia*, del tipo dei tunicati. *h*) integumento, *m*) muscoli, *n*) tubo nerveo (tubo midollare dorsale), *u*) corda, *d*) intestino, *c*) cavità del corpo, *g*) ghiandole sessuali.

Fig. 21. Un pesce, *selace*, del tipo dei vertebrati. *n*) cinque ampolle cerebrali e midollo spinale, *y*) narice, *a*) occhio, *b*) vescicola uditiva, *k*) fessure branchiali, *f*1) pinne pettorali, *f*2) pinne ventrali.

Fig. 22. Un anfibio (*Salamandra*), del tipo dei vertebrati. Lettere come nella fig. 21. *f*1) zampe anteriori, *f*2) zampe posteriori.

Fig. 23. Sezione trasversale di un *pesce* (fig. 20); lettere come nella fig. 20. *g*) ghiandole sessuali.

TAVOLA XX.

Schizzo ipotetico dell'origine monofiletica e della diffusione delle dodici specie umane su tutta la terra, partendo dall'Asia meridionale.

(*Confr. pag.* 437, *come pure pagg.* 435-442).

Ben inteso l'*ipotesi* qui graficamente schizzata ha solo un *valore affatto provvisorio* ed è solo destinata a mostrare in qual modo, nell'attuale stato imperfetto delle nostre conoscenze antropologiche, possiamo immaginarci che sia approssimativamente seguito l'irraggiamento delle specie umane da una sola patria primitiva. Questa patria primitiva o « paradiso » abbiamo qui ammesso che sia il sud-ovest dell'Asia; frattanto è possibilissimo che l'ipotetica « culla del genere umano » giacesse più a destra, a sud o ad ovest. Future ricerche, sopratutto in antropologia comparata ed in paleontologia, ci portano certamente in grado di determinare la posizione probabile della primitiva patria umana in modo più preciso che non sia possibile presentemente.

Se si preferisce alla nostra ipotesi monofiletica quella polifiletica e si ammette che le diverse specie umane siano nate per progressivo perfezionamento da parecchie specie diverse di scimmie antropoidi, allora fra le molte ipotesi possibili sembra meritare maggior fiducia quella che ammette una *duplice radice pitecoide del genere umano*, una asiatica ed una africana. È invero un fatto assai notevole che gli *antropoidi africani* (gorilla e scimpanzè) sono distinti da un cranio decisamente allungato o *dolicocefalo* come le specie umane proprie dell'Africa (Ottentotti, Caffri, Negri, Nubii). D'altra parte gli *antropoidi asiatici* (specialmente il grande ed il piccolo orang) concordano pel loro cranio nettamente *brachicefalo* o breve colle specie umane che son sopratutto caratteristiche dell'Asia (Mongoli e Malesi). Si potrebbe perciò essere tentati di far derivare queste ultime specie (scimmie antropoidi e uomini primitivi dell'Asia) da una forma comune brachicefala di scimmia, le prime invece (scimmie antropoidi e uomini primitivi africani) da una comune forma dolicocefala.

In ogni caso l'Africa tropicale ed il sud dell'Asia (e fra queste possibilmente la Lemuria che un dì le collegava?) rimangono quelle parti della terra che nella questione della patria primitiva del genere umano possono essere prese in considerazione. Decisamente escluse sono invece l'America e l'Australia. Anche l'Europa (che del resto non è che una privilegiata penisola occidentale dell'Asia) non ha guari importanza in questa « questione del paradiso ».

Che le migrazioni delle diverse specie umane dalla loro patria primitiva e la loro distribuzione geografica non si siano potute accennare sulla nostra tav. XX che in modo affatto generale e nelle loro grandi linee, è cosa che s'intende da sè. Le numerose migrazioni incrociate od attraversantisi dei molti rami e tronchi come pure le loro migrazioni regressive spesso così importanti dovettero qui essere affatto trascurate. Per rappresentarle un po' chiaramente si richiederebbe prima che le nostre conoscenze fossero molto più complete, e poi che si potesse dare un intero atlante con molte diverse tavole di migrazione. La nostra tav. XX non ha altra pretesa che di accennare in modo affatto generale la distribuzione geografica approssimativa delle 12 specie umane come essa si trovava nel 15° secolo (prima dell'espansione generale della razza indo-germanica) e a quel modo che può approssimativamente accordarsi colla nostra ipotesi della discendenza. I limiti geografici di distribuzione (montagne, deserti, fiumi, stretti) in questo schizzo generale delle migrazioni ebbero tanto meno bisogno di essere nei singoli punti determinati molto esattamente inquantochè essi in periodi anteriori della storia terrestre avevano forme e grandezze affatto diverse. Se la graduale trasformazione delle scimmie catarrine in uomini pitecoidi ebbe luogo durante l'epoca terziaria nell'ipotetica Lemuria, a quel tempo anche le forme e la grandezza dei moderni continenti e mari dovettero essere affatto diverse. Anche al potentissimo influsso dell'epoca glaciaria deve nelle questioni corologiche sulla migrazione e diffusione delle specie umane attribuirsi una grande importanza sebbene questo influsso non si possa ancora nei casi speciali determinare con esattezza. Qui, come nelle altre mie ipotesi evolutive, io respingo espressamente ogni pretesa dogmatica; esse non sono altro che *primi tentativi.*



INDICE DELLE VOCI E DEGLI AUTORI

A

Q

R

S



HAECKEL Ciclo vitale di un organismo semplicissimo Tav. I



Embrioni di quattro Vertebrati

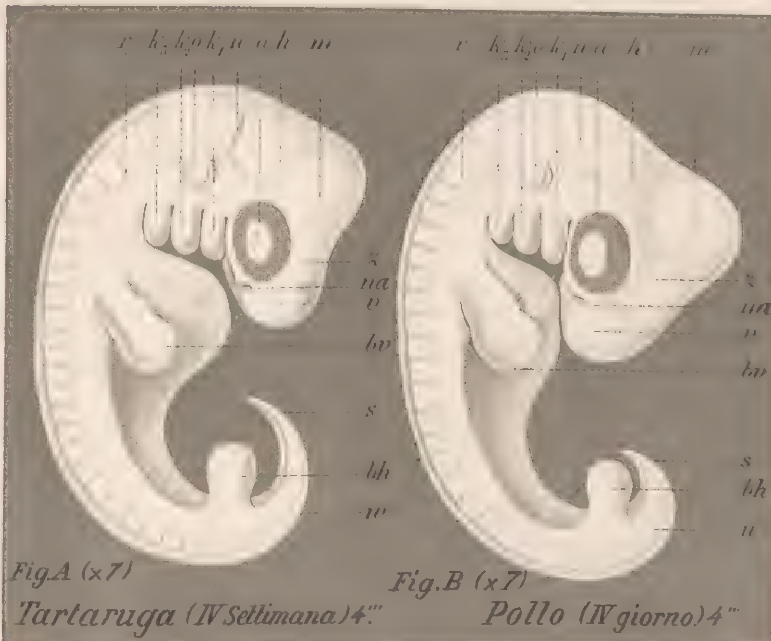


Fig. A (×7) *Tartaruga (IV Settimana) 4'''*

Fig. B (×7) *Pollo (IV giorno) 4'''*



Fig. E (×4) *Tartaruga (VI Settimana) 7'''*

Fig. F (×4) *Pollo (VIII giorno) 7'''*

Lit. Succ.ri Doyen, Torino.

v Cervello anteriore, z Cerv. intermedio, m Cerv. mediano,
h Cerv. posteriore n Cerv. Terminale, v Vertebre.
r Midollo spinale



Embrioni di quattro Vertebrati

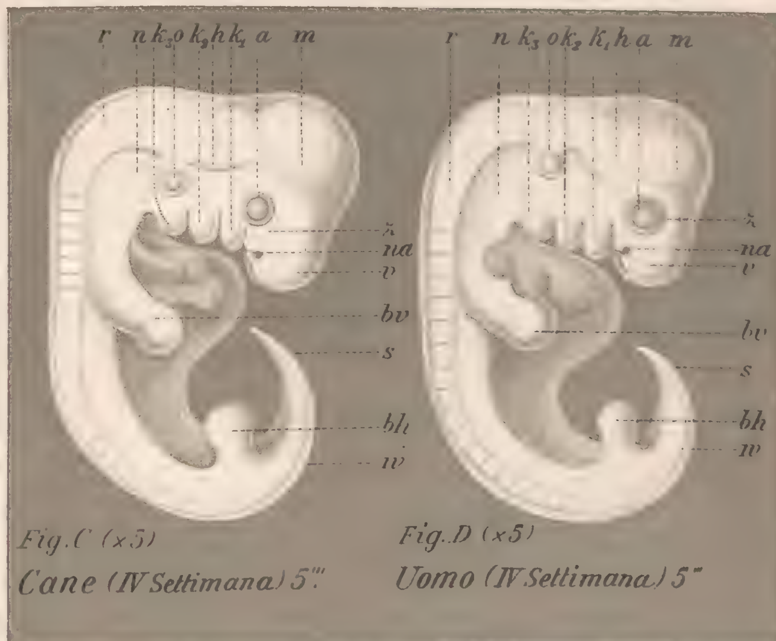


Fig. C (×5)
Cane (IV Settimana) 5‴

Fig. D (×5)
Uomo (IV Settimana) 5‴

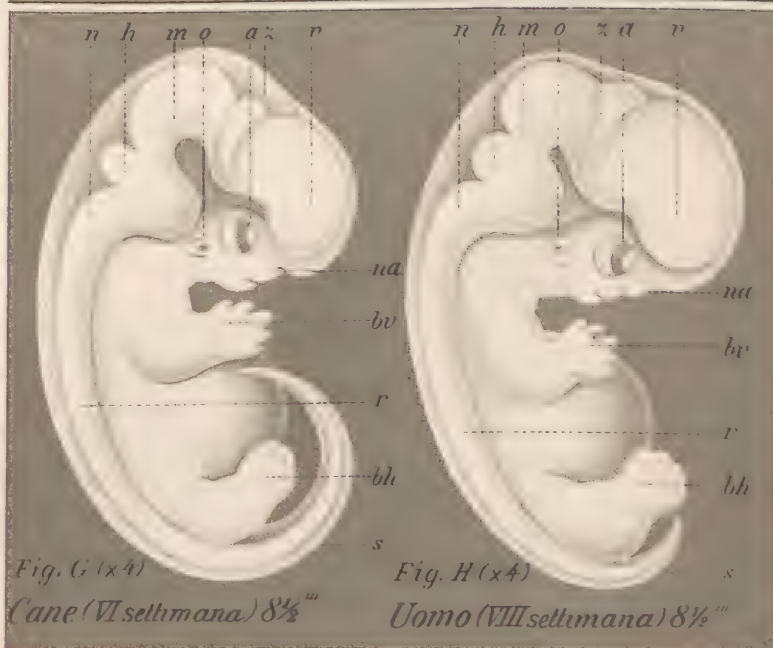


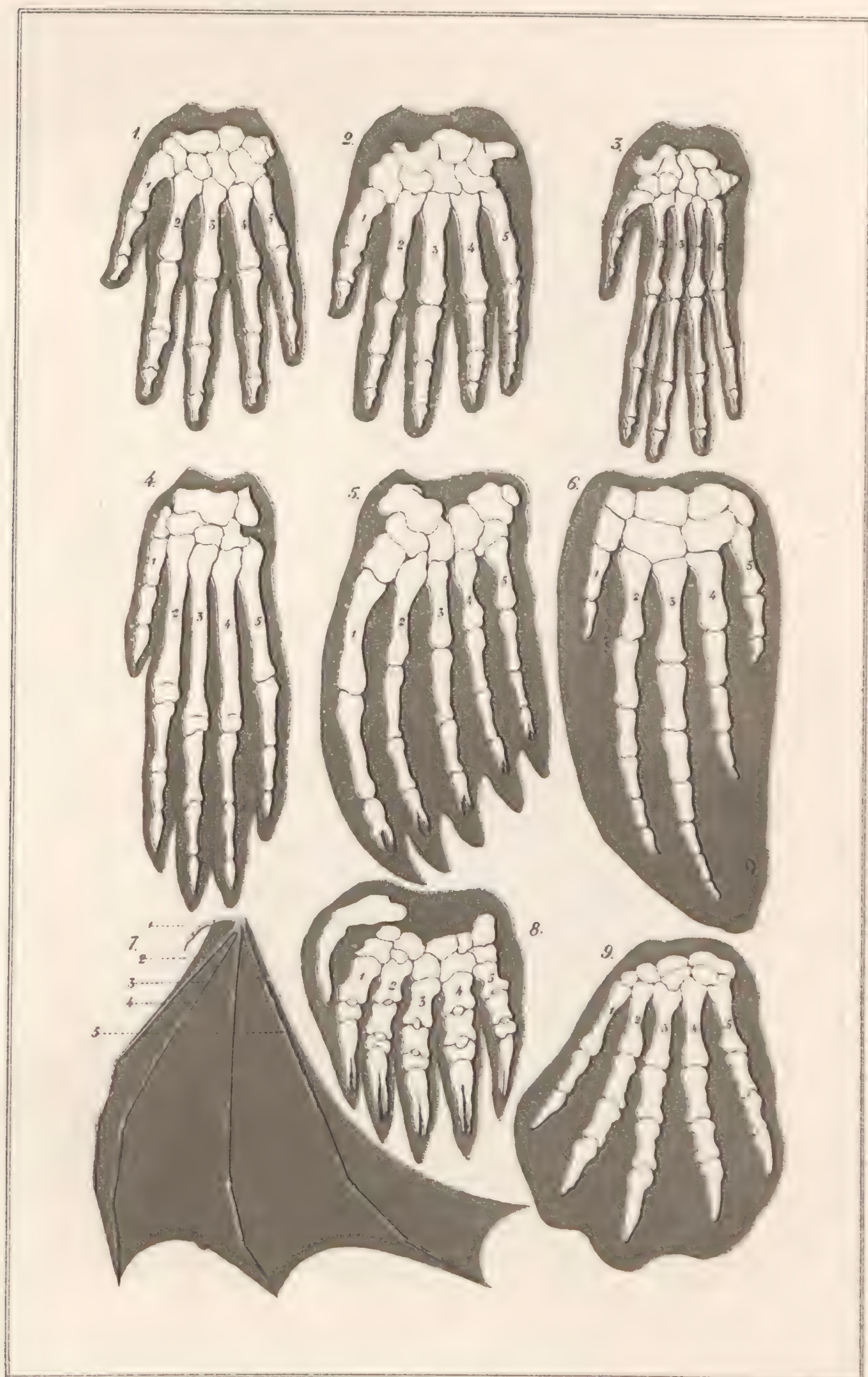
Fig. G (×4)
Cane (VI settimana) 8½‴

Fig. H (×4)
Uomo (VIII settimana) 8½‴

Lit. Succ.ri Doyen, Torino.

na Naso, a Occhio, o Orecchio, k_1 k_2 k_3 Archi branchiali.
s. Coda bv Estremità anteriore, bh Posteriore.

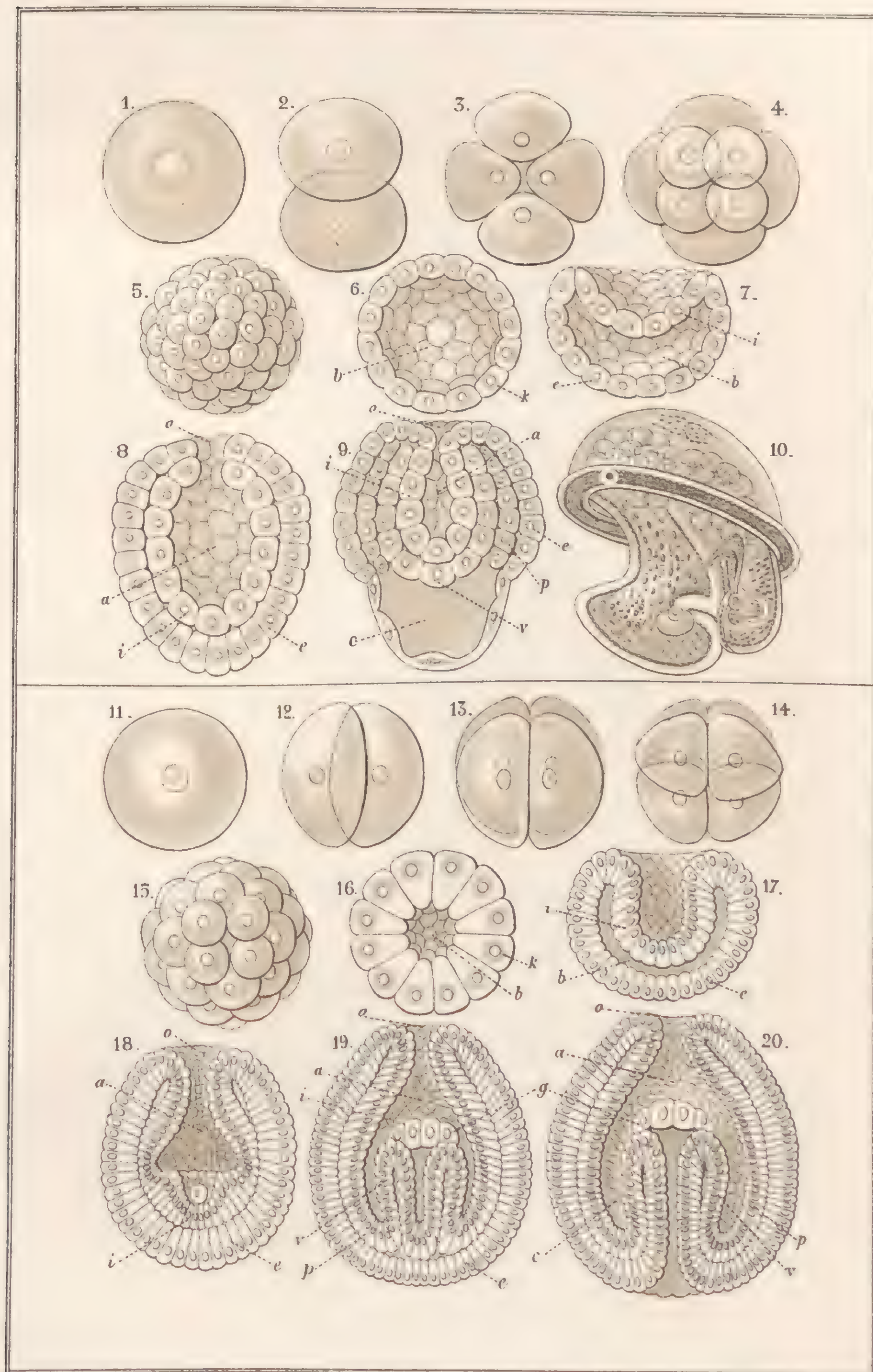
Mano di nove diversi mammiferi



Lit Succ.ri Doyen, Torino.

1. Uomo, 2. Gorilla, 3. Orang. 4. Cane. 5. Foca. 6. Delfino. 7. Pipistrello. 8. Talpa, 9. Ornitorinco

Gastrulazione



Da Rabl ed Hertwig

52 41. Lit. Succ.ri Doyen, Torino

1-10. Lymnaeus 11-20. Sagitta

Gastreadi



E. Haeckel del. Lit. Succ.ri Doyen, Torino.

1-2 Ammolynthus, 3-5 Calcolynthus, 6-8 Prophysema, 9-10 Rhopalura, 11-16 Hydra.



E. Haeckel del. Lit. Succ.ri Doyen, Torino 5241

Gruppo di Cnidari del Mediterraneo

Prima generazione



Lit. Succ.ri Doyen Torino 5241

Sviluppo degli Echinodermi

Seconda generazione



Lit. Succ.ri Doyen Torino. 5241

Sviluppo degli Echinodermi.



5241 Lit. Succ.ri Doyen Torino

Forma giovanile (Nauplius) di sei Crostacei

A. Limnetis; B. Cyclops; C. Lernaeocera; D. Lepas; E. Sacculina; F. Peneus.

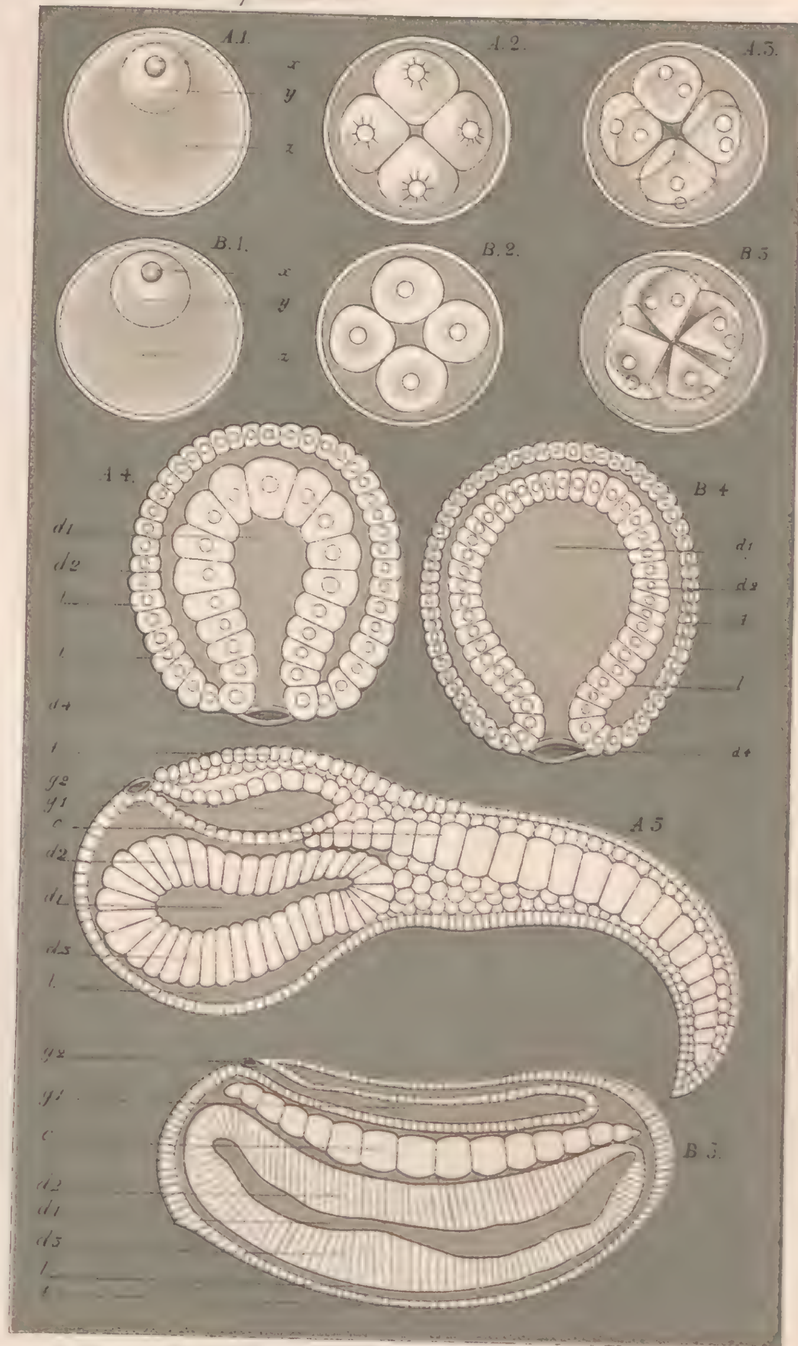


5241 Lit. Succ.[ri] Doyen Torino

Forma adulta di sei Crostacei (cfr. tav. X)

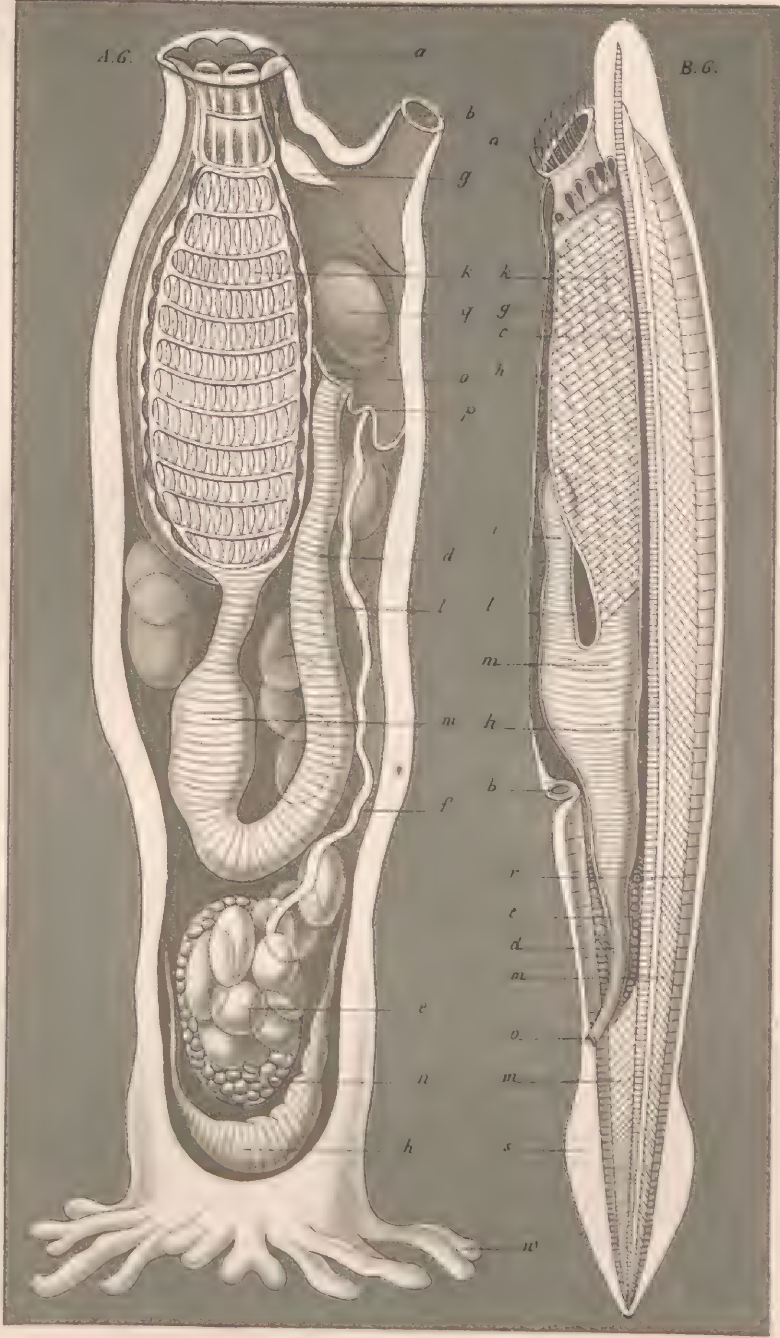
A. Limnetis; B. Cyclops; C. Lernaeocera; D. Lepas; E. Sacculina; F. Peneus.

Ascidia (A) ed Amphioxus (B)

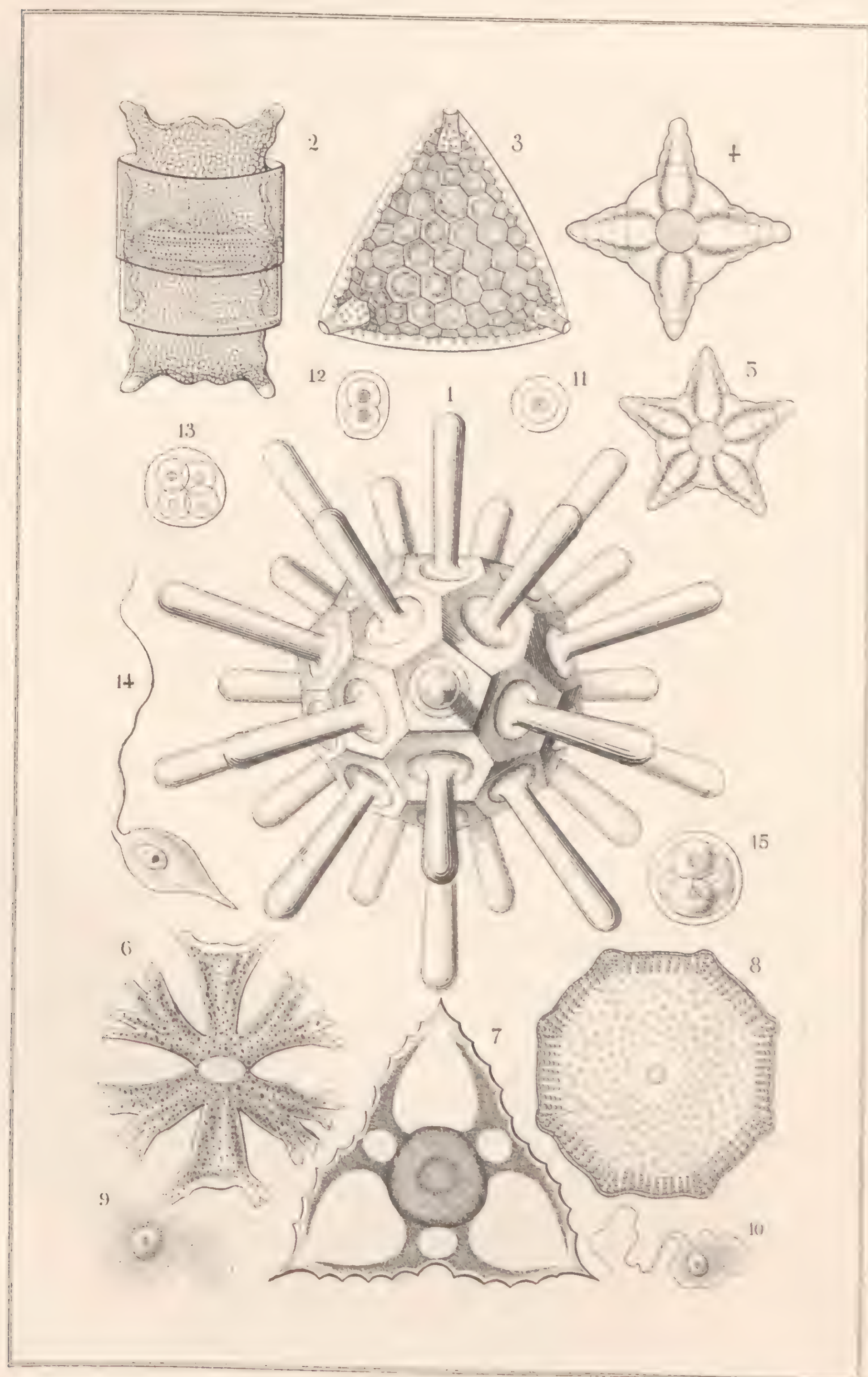


Lit Succ.ri Doyen, Torino

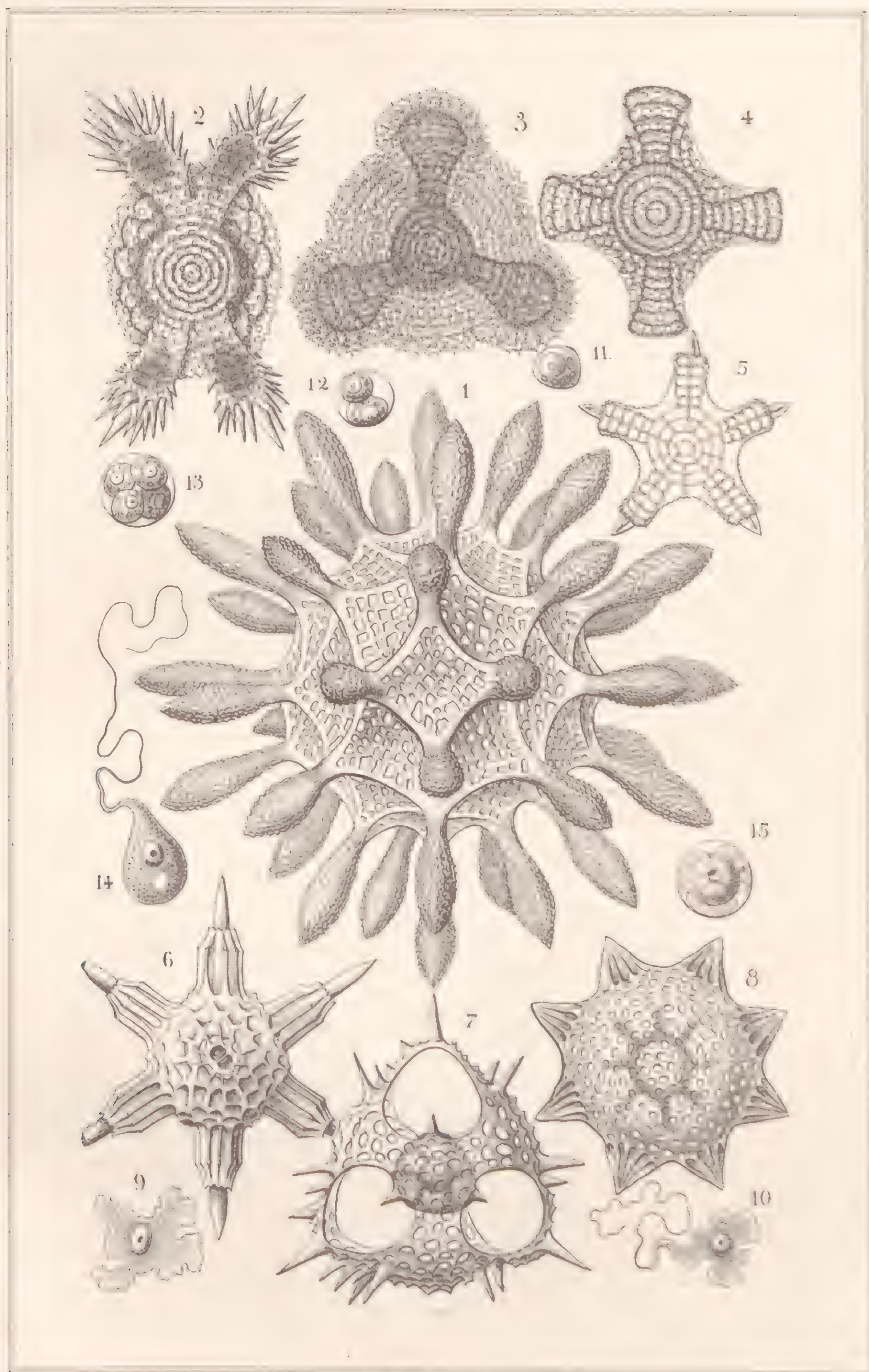
Ascidia (A) ed Amphioxus (B)



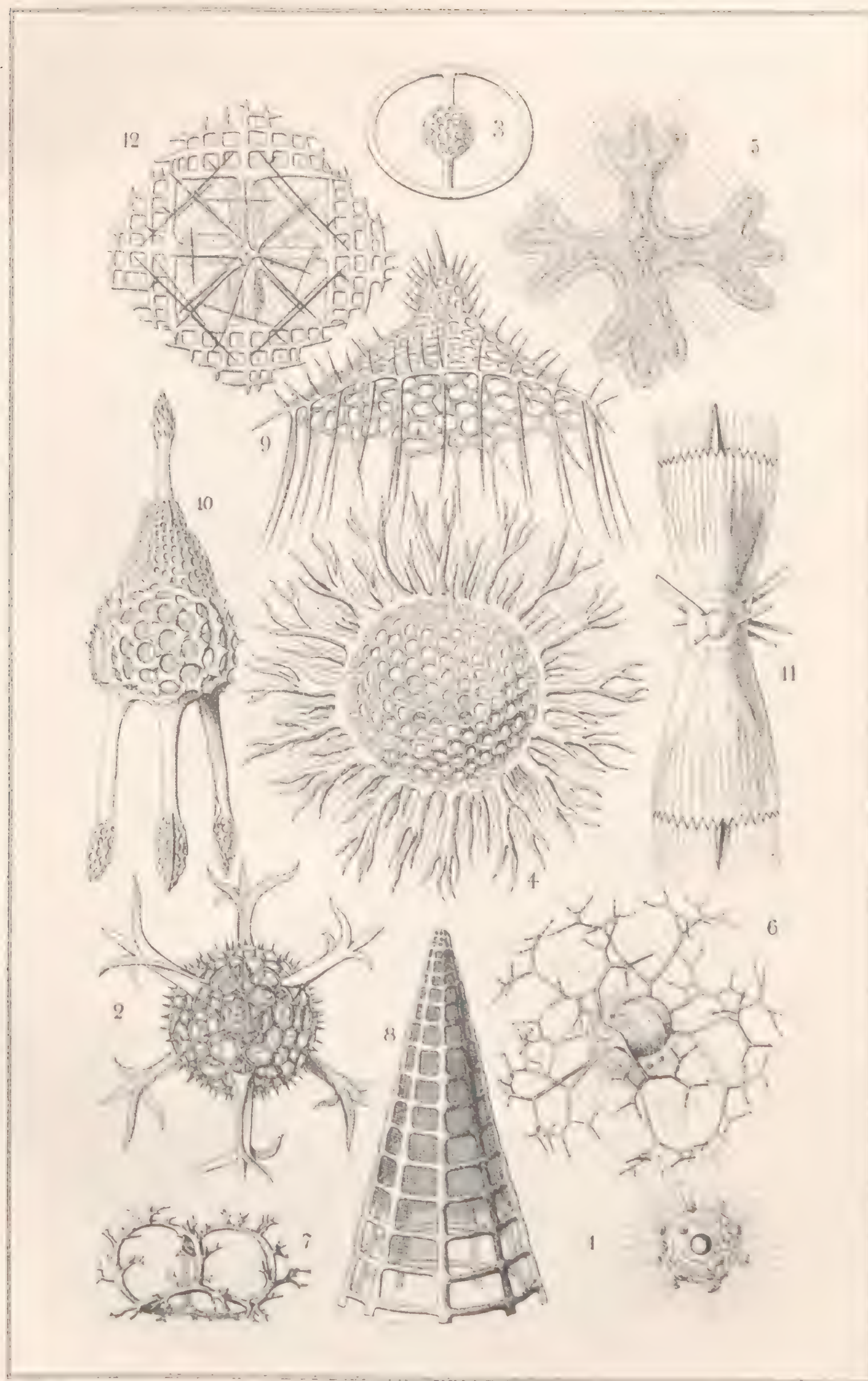
Lit. Succ.ri Doyen Torino



Forme fondamentali dei protofili.



Forme fondamentali dei protozoi.



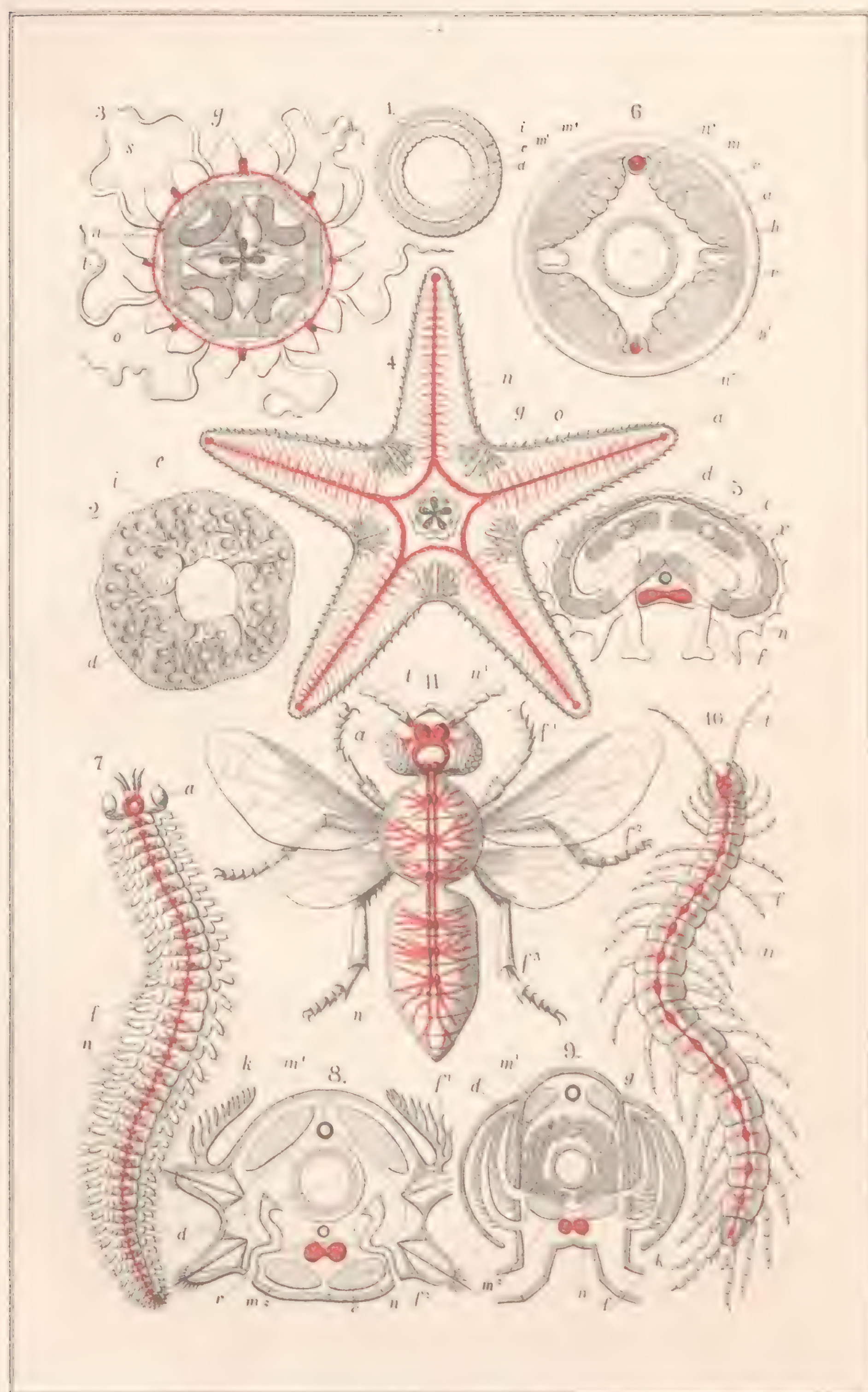
E. Haeckel del. Lit. Succ.ᵐ Doyen, Torino

Radiolari abissali del Challenger



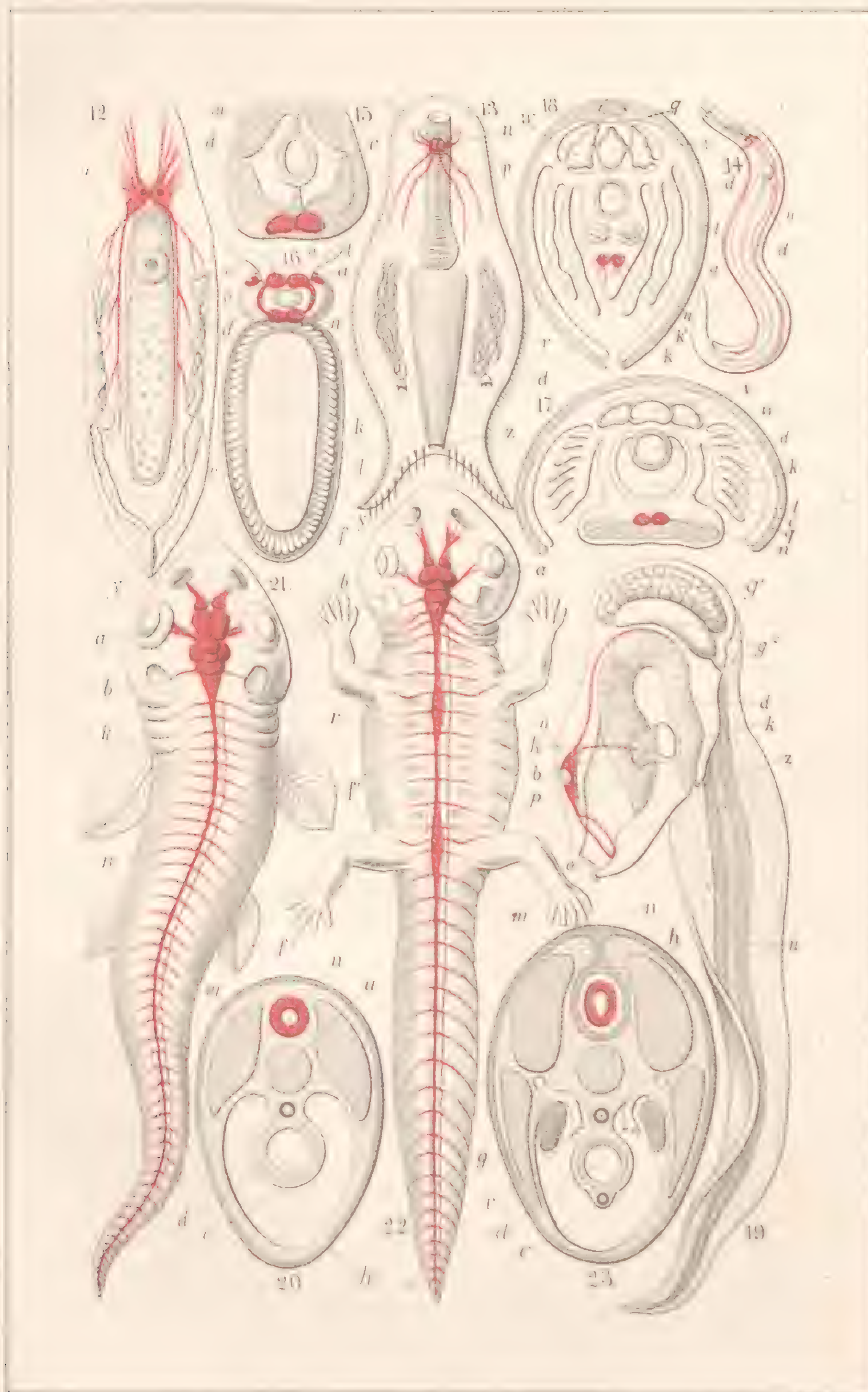
Lit. Succ.rs Doyen, Torino

Foresta di felci dell'età carbonifera



Lit. Succ.rs Doyen, Torino

Tipi di sistema nerveo



Lit. Succ.ri Doyen, Torino

Tipi di sistema nerveo

Prima razza umana dominante
Mediterranei (12) *con quattro razze:*
12ª *Indogermani*, 12ᵇ *Baschi*,
12ᶜ *Caucasii*, 12ᵈ *Semiti*,

Seconda razza umana dominante
Mongoli (6) *con quattro razze:*
6ª *Indocinesi*, 6ᵇ *Coreogiapponesi*,
6ᶜ *Altajani*, 6ᵈ *Uraliani*,

Schizzo Ipotetico

dell'origine monofiletica e della diffusione delle 12 specie umane dall'Asia meridionale

12. Mediterranei	10 Dravidi.	8 Americani.	6. Mongoli.	4. Negri.	2. Ottentotti.
11. Nubiani.	9 Australiani	7. Artici.	5. Malesi.	3. Caffri.	1. Papuasi

Lit. Succ.ri Doyen, Torino.

